This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

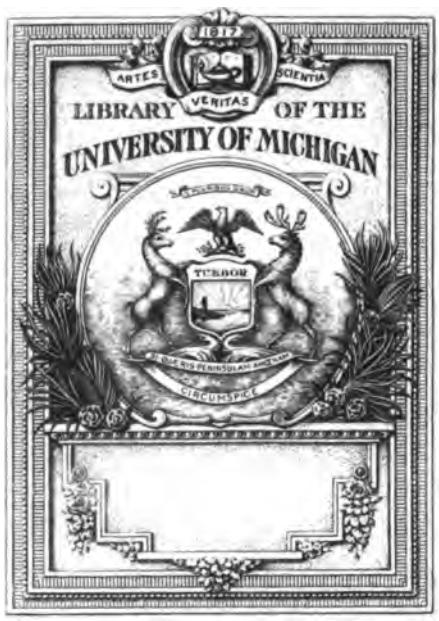
La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

LIBRARY
OF THE
Ordnance Office
WASHINGTON, D. C.

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
U. S. ARMY,
DUPLICATE
EXCHANGE

ROOM	CASE	SHELF	NO.

A 445993



RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
United States
Library of Congress

UF
1
.R6

RIVISTA

DI

ARTIGLIERIA E GENIO

ANNO 1896

RIVISTA

DI

ARTIGLIERIA E GENIO

VOLUME IV

ENRICO VOGHERA
TIPOGRAFO DELLE LL. MM. IL RE E LA REGINA

Roma, 1896.

LIBRARY OF CONGRESS
APR 20 1941
DUPLICATE
EXCHANGE

Ligrary of Congress
By transfer from
War Department.
OCT 15 1940

EXCHANGE
UNITED STATES
LIBRARY OF CONGRESS
MAY 19 '41

NUOVA TAVOLA BALISTICA GENERALE

La nuova Tavola Balistica deriva dalla nuova formola di resistenza:

$$r = \frac{\delta i}{C} F(v),$$

essendo

$$F(v) = 0{,}2002\,v - 48{,}05 + \sqrt{(0{,}1648\,v - 47{,}95)^2 + 9{,}6} + \frac{0{,}0442\,v\,(v - 300)}{371 + \left(\frac{v}{200}\right)^{10}};$$

e designando

r, ritardazione, o resistenza sull'unità di massa, in m,
v, velocità in m,
δ, peso in kg di un m^3 d'aria, diviso per 1,206,
i, coefficiente di forma,
C, coefficiente balistico $= p/1000\,a^2$,
a e p, diametro e peso del proietto in m e kg.

Questa formola, ponendo $i = 1$ verifica le sperienze inglesi e russe (Bashforth e Mayevski), e ponendo $i = 0{,}896$ verifica le sperienze olandesi (Hojel) e quelle di Meppen (Krupp) (*).

Le funzioni:

$$D(u) = -\int \frac{u\,du}{F(u)}, \qquad J(u) = -\int \frac{2g\,du}{u\,F(u)}$$

$$T(u) = -\int \frac{du}{F(u)}, \qquad A(u) = -\int \frac{J(u)\,u\,du}{F(u)}$$

furono calcolate per mezzo delle quadrature.

(*) *Rivista d'artiglieria e genio*, marzo 1896, Nota III sulla resistenza dell'aria al moto dei proietti.

Si calcolarono primieramente 101 valori di $D(u)$ colla formola di Simpson:

$$D(u+2\Delta u)=D(u)+\frac{\Delta u}{3}\left[\frac{1}{F(u)}+\frac{4}{F(u+\Delta u)}+\frac{1}{F(u+2\Delta u)}\right],$$

ponendo	$\Delta u = 12$	da	$u = 1500$	ad	$u = 396\ m$
»	$\Delta u = 6$	da	$u = 396$	ad	$u = 300\ m$
»	$\Delta u = 3$	da	$u = 300$	ad	$u = 180\ m$
»	$\Delta u = 2$	da	$u = 180$	ad	$u = 120\ m$
»	$\Delta u = 1$	da	$u = 120$	ad	$u = 96\ m.$

Se ne dedussero quindi i valori di u corrispondenti all'argomento $D(u)$ crescente di 10 in 10, per via d'interpolazioni semplici e quadratiche.

Con interpolazioni simili furono ricavati i valori di

$$J(u) = -\int \frac{2g\,du}{F(u)} = \int \frac{2g}{u^2}\,d.\,D(u),$$

$$T(u) = -\int \frac{du}{F(u)} = \int \frac{1}{u}\,d.\,D(u),$$

dopo aver calcolato i valori delle due funzioni colla formola di Simpson per intervalli $\Delta.\ D(u) = 50$ (*).

Finalmente i valori di

$$A(u) = -\int J(u)\,\frac{u\,du}{F(u)} = \int J(u)\,d.\,D(u)$$

furono calcolati tutti ad uno ad uno cioè senza interpolazioni, colla formola dei trapezi.

(*) Ponendo:

$$D(u) = z\ ,\ J(u) = J(z)\ ,\ \frac{2g}{u^2} = f(z)$$

$$T(u) = T(z)\ ,\ \frac{1}{u} = k(z)$$

si ha:

$$J(z+2\Delta z) = J(z) + \frac{\Delta z}{3}\left[f(z) + 4f(z+\Delta z) + f(z+2\Delta z)\right],$$

$$T(z+2\Delta z) = T(z) + \frac{\Delta z}{3}\left[k(z) + 4k(z+\Delta 2) + k(z+2\Delta z)\right].$$

Le formole (21), (22), (23) della *Nota II sulla resistenza dell'aria* (*) hanno servito a riscontrare la tavola per le alte velocità. Per le basse velocità hanno servito di riscontro le formole note della resistenza quadratica.

Per le velocità medie abbiamo fatto applicazioni delle formole del tiro, servendoci della nuova tavola, e della vecchia tavola della nostra Balistica, ed abbiamo trovato piccolissime differenze, essendo infatti ben piccolo il divario tra i valori numerici della resistenza per le velocità medie, dati dalla nuova formola e dalle antiche.

Per valori iniziali di D, J, A, T si sono presi rispettivamente 1000, 0,1, 100, ed 1, con cui si può prolungare la tavola ben oltre la velocità di 1500 m senza imbattersi in valori negativi, quantunque siamo d'opinione che pei calcoli pratici non occorrerà mai andare al di là della velocità di 1000 m.

D'altra parte non deesi dimenticare che le velocità sperimentali su cui è basata la formola di resistenza non superano quel limite. Tuttavia crediamo che una tavola balistica molto estesa possa servire per qualche ricerca teorica.

Formole del tiro.

$$D(u) = D(V) + \frac{\delta i \beta}{C} x$$

$$y = x \operatorname{tg} \varphi - \frac{C}{2 \delta i \beta \cos^2 \varphi} \left[\frac{A(u) - A(V)}{D(u) - D(V)} - J(V) \right]$$

$$\operatorname{tg} \theta = \operatorname{tg} \varphi - \frac{C}{2 \delta i \beta \cos^2 \varphi} \left[J(u) - J(V) \right]$$

$$t = \frac{C}{\delta i \beta \cos \varphi} \left[T(u) - T(V) \right], \quad v = \frac{u \cos \varphi}{\cos \theta};$$

V, φ, x, y, θ, t, v sono la velocità iniziale, l'angolo di proiezione, la distanza, l'ordinata, l'inclinazione, il tempo e la velocità. Per β si può prendere con sufficiente approssimazione l'unità, se φ non è superiore a 20°. Per angoli superiori sarà in breve pubblicata una tavola dei parametri β.

Napoli, agosto 1896.

F. Siacci.

(*) *Rivista d'artiglieria e genio*, febbraio 1896.

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
1000	0,10000	8	100,000	1,000	1,000	6	1500,0	3,0
10	0,10008	9	101,000	1,001	1,006	6	1497,0	3,0
20	0,10017	9	102,001	1,003	1,012	7	1494,0	3,0
30	0,10026	9	103,004	1,003	1,019	6	1491,0	3,0
40	0,10035	9	104,007	1,004	1,025	7	1488,0	3,0
50	0,10044	9	105,011	1,004	1,032	7	1485,0	3,0
60	0,10053	9	106,015	1,006	1,039	7	1482,0	3,0
70	0,10062	9	107,021	1,007	1,046	7	1479,0	3,0
80	0,10071	9	108,028	1,007	1,053	7	1476,0	3,0
90	0,10080		109,035		1,060		1473,0	
1100	0,10089	9	110,044	1,009	1,067	7	1470,0	3,0
10	0,10098	9	111,053	1,009	1,074	7	1467,0	3,0
20	0,10107	9	112,063	1,010	1,080	6	1464,0	3,0
30	0,10117	10	113,074	1,011	1,087	7	1461,0	3,0
40	0,10126	9	114,087	1,013	1,094	7	1458,0	3,0
50	0,10135	9	115,100	1,013	1,101	7	1455,0	3,0
60	0,10145	10	116,114	1,014	1,108	7	1452,0	3,0
70	0,10154	9	117,129	1,015	1,115	7	1449,0	3,0
80	0,10163	9	118,144	1,015	1,122	7	1446,0	3,0
90	0,10172	9	119,161	1,017	1,129	7	1443,0	3,0
1200	0,10182	10	120,179	1,018	1,136	7	1440,0	3,0
10	0,10191	9	121,198	1,019	1,143	7	1437,1	2,9
20	0,10201	9	122,218	1,020	1,150	7	1434,1	3,0
30	0,10210	9	123,239	1,021	1,157	7	1431,1	3,0
40	0,10220	10	124,260	1,021	1,164	7	1428,1	3,0
50	0,10229	9	125,282	1,022	1,171	7	1425,2	2,9
60	0,10239	10	126,306	1,024	1,178	7	1422,2	3,0
70	0,10248	9	127,330	1,024	1,185	7	1419,2	3,0
80	0,10258	10	128,355	1,025	1,192	7	1416,2	3,0
90	0,10268	10	129,381	1,026	1,199	7	1413,2	3,0
1300	0,10278	10	130,409	1,028	1,206	7	1410,3	2,9
10	0,10288	10	131,437	1,028	1,213	7	1407,3	3,0
20	0,10298	10	132,467	1,030	1,220	7	1404,4	2,9
30	0,10309	11	133,497	1,030	1,228	8	1401,4	3,0
40	0,10319	10	134,528	1,031	1,235	7	1398,5	2,9
50	0,10329	10	135,561	1,033	1,242	7	1395,5	3,0
60	0,10339	10	136,594	1,033	1,249	7	1392,6	2,9
70	0,10350	11	137,629	1,035	1,256	7	1389,6	3,0
80	0,10360	10	138,664	1,035	1,264	8	1386,6	3,0
90	0,10370	10	139,700	1,036	1,271	7	1383,7	2,9
1400	0,10380	10	140,738	1,038	1,278	7	1380,7	3,0

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
1400	0,40380	11	140.738	1,039	1.278	7	1380,7	2,9
10	0,40391	10	141.777	1,039	1,285	8	1377,8	3,0
20	0,40401	10	142,816	1,041	1,293	7	1374,8	2,9
30	0,40411	11	143.857	1.041	1,300	8	1371.9	3,0
40	0,40422	10	144 898	1,043	1,308	7	1368.9	2,9
50	0,40432	11	145.941	1,044	1.315	7	1366,0	3,0
60	0,40443	10	146.985	1 045	1.322	8	1363,0	2,9
70	0,40453	11	148,030	1.046	1,330	7	1360,1	3,0
80	0 40464	10	149,076	1,047	1,337	7	1357,1	2.9
90	0.40474		150,123		1,344		1354.2	
1500	0,40484	10	151,170	1,047	1,351	7	1351.2	3,0
10	0,40495	11	152,219	1,049	1.358	7	1348.3	2,9
20	0,40506	11	153 269	1,050	1,366	8	1345,3	3,0
30	0,40517	11	154,320	1,051	1,373	7	1342,4	2,9
40	0,40527	10	155,373	1,053	1.381	8	1339,5	2,9
50	0,40538	11	156,426	1,053	1.388	7	1336,5	3,0
60	0,40549	11	157,480	1,054	1,396	8	1333,6	2.9
70	0,40560	11	158,536	1,056	1,403	7	1330,7	2,9
80	0,40572	12	159 593	1,057	1,411	8	1327,8	2,9
90	0,40583	11	160,651	1,058	1.418	7	1324,9	2,9
1600	0,40594	11	161,710	1,059	1,426	8	1321,9	3,0
10	0,40606	12	162,770	1,060	1,433	7	1319,0	2 9
20	0,40617	11	163,831	1,061	1,440	7	1316,1	2.9
30	0,40629	12	164,894	1,062	1,448	8	1313,2	2.9
40	0,40640	11	165,956	1,063	1,456	8	1310,3	2,9
50	0,40652	12	167,021	1,065	1,463	8	1307,3	3,0
60	0,40663	11	168,087	1,066	1,471	7	1304,4	2.9
70	0,40675	12	169,153	1,067	1.479	8	1301.5	2 9
80	0,40686	11	170,221	1,069	1,487	8	1298,6	2,9
90	0,40698	12	171.291	1,070	1,495	8	1295.7	2,9
1700	0,40709	11	172.361	1,070	1.503	8	1292.7	3.0
10	0,40721	12	173.432	1,071	1,510	7	1289.8	2,9
20	0,40733	12	174,505	1,073	1,518	8	1286.9	2,9
30	0,40744	11	175,579	1,074	1,526	8	1284,0	2,9
40	0,40756	12	176,654	1,075	1,534	8	1281,1	2,9
50	0,40768	12	177,730	1,076	1 542	8	1278,2	2.9
60	0,40780	12	178.807	1,077	1,550	8	1275.3	2.9
70	0,40792	12	179.886	1,079	1.557	8	1272 4	2.9
80	0,40804	12	180.966	1,080	1,565	8	1269,5	2.9
90	0,40816	12	182,047	1,081	1.573	8	1266.6	2,9
1800	0,40828	12	183.129	1,082	1.580	7	1263.8	2.9

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	v	Diff
1800	0,10828	13	183,129	1,083	1,580	8	1263,8	2,9
10	0,10841	12	184,212	1,085	1,588	8	1260,9	2,9
20	0,10853	13	185,297	1,086	1,596	8	1258,0	2,9
30	0,10866	12	186,383	1,087	1,604	8	1255,1	2,9
40	0,10878	13	187,470	1,089	1,612	8	1252,2	2,9
50	0,10891	12	188,559	1,089	1,620	8	1249,3	2,9
60	0,10903	13	189,648	1,091	1,628	8	1246,4	2,9
70	0,10916	12	190,739	1,092	1,636	8	1243,5	2,9
80	0,10928	13	191,831	1,094	1,644	8	1240,6	2,9
90	0,10941		192,925		1,652		1237,7	
1900	0,10954	13	194,020	1,095	1,660	8	1234,9	2,8
10	0,10967	13	195,116	1,096	1,668	8	1232,0	2,9
20	0,10980	13	196,213	1,097	1,676	8	1229,2	2,8
30	0,10993	13	197,312	1,099	1,684	8	1226,3	2,9
40	0,11006	13	198,412	1,100	1,693	9	1223,4	2,9
50	0,11020	14	199,513	1,101	1,701	8	1220,5	2,9
60	0,11033	13	200,616	1,103	1,709	8	1217,6	2,9
70	0,11046	13	201,720	1,104	1,717	8	1214,8	2,8
80	0,11059	13	202,825	1,105	1,726	9	1211,9	2,9
90	0,11072	13	203,932	1,107	1,734	8	1209,0	2,9
2000	0,11086	14	205,040	1,108	1,743	9	1206,2	2,8
10	0,11100	14	206,150	1,110	1,751	8	1203,3	2,9
20	0,11113	13	207,260	1,110	1,759	8	1200,5	2,8
30	0,11127	14	208,372	1,112	1,767	8	1197,6	2,9
40	0,11141	14	209,485	1,113	1,775	8	1194,8	2,8
50	0,11155	14	210,600	1,115	1,784	9	1192,0	2,8
60	0,11168	13	211,716	1,116	1,792	8	1189,1	2,9
70	0,11182	14	212,834	1,118	1,800	8	1186,3	2,8
80	0,11196	14	213,953	1,119	1,809	9	1183,4	2,9
90	0,11210	14	215,074	1,121	1,817	8	1180,6	2,8
2100	0,11224	14	216,196	1,122	1,825	9	1177,8	2,8
10	0,11238	14	217,319	1,123	1,835	9	1174,9	2,9
20	0,11253	15	218,443	1,124	1,844	9	1172,1	2,8
30	0,11267	14	219,569	1,125	1,852	8	1169,3	2,8
40	0,11282	15	220,696	1,127	1,861	9	1166,5	2,8
50	0,11296	14	221,824	1,128	1,870	9	1163,7	2,8
60	0,11311	15	222,954	1,130	1,878	8	1160,8	2,9
70	0,11325	14	224,087	1,133	1,887	9	1158,0	2,8
80	0,11340	15	225,221	1,134	1,895	8	1155,2	2,8
90	0,11354	14	226,356	1,135	1,904	9	1152,4	2,8
2200	0,11369	15	227,492	1,136	1,912	8	1149,6	2,8

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
2200	0,11369	15	227.492	1,137	1,912	9	1149,6	2,8
10	0,11384	15	228,629	1,138	1,921	9	1146,8	2,8
20	0,11399	15	229,767	1,141	1,930	9	1144,0	2,9
30	0,11414	15	230,908	1,142	1,939	9	1141,1	2,8
40	0,11429	15	232,050	1,144	1,948	8	1138,3	2,8
50	0,11444	16	233,194	1,145	1,956	9	1135,5	2,8
60	0,11460	15	234,339	1,147	1,965	9	1132,7	2,8
70	0,11475	15	235,486	1,148	1,974	9	1129,9	2,8
80	0,11490	16	236,634	1,150	1,983	9	1127,1	2,8
90	0,11506		237,784		1,992		1124,3	
2300	0,11521	15	238 936	1,152	2,000	8	1121.5	2,8
10	0,11537	16	240,089	1,153	2,009	9	1118.7	2,8
20	0,11552	15	241,243	1,154	2,018	9	1115,9	2,8
30	0,11568	16	242,398	1,155	2,027	9	1113.2	2,7
40	0,11583	15	243,555	1,157	2,036	9	1110,4	2,8
50	0,11599	16	244,715	1,160	2,045	9	1107,6	2,8
60	0,11615	16	245,876	1,161	2,054	9	1104,8	2,8
70	0,11631	16	247,038	1,162	2,063	9	1102,0	2,8
80	0,11647	17	248,201	1,163	2,072	9	1099,2	2,8
90	0,11664		249,366	1,165	2,081		1096,4	2,8
2400	0,11680	16	250.534	1,168	2,091	10	1093,7	2,7
10	0,11696	16	251,703	1,169	2,100	9	1091,9	2,8
20	0,11712	16	252,874	1,171	2,109	9	1088,1	2,8
30	0,11729	17	254,046	1,172	2,118	9	1085,4	2,7
40	0,11745	16	255,220	1,174	2,128	10	1082,6	2,8
50	0.11762	16	256,395	1,175	2,137	9	1079,8	2,8
60	0,11779	17	257,572	1,177	7.146	9	1077,1	2,7
70	0.11796	17	253,751	1.179	2,156	10	1074,3	2,8
80	0.11814	18	259,932	1,181	2,165	9	1071,6	2,7
90	0,11831	17	261,114	1,182	2,174	9	1068,8	2.8
2500	0,11849	18	262,297	1,183	2,183	9	1066,1	2,7
10	0,11866	17	263,483	1,186	2,193	10	1063,4	2.7
20	0,11884	18	264,671	1,188	2,202	9	1060,6	2,8
30	0 11901	17	265,860	1,190	2,212	10	1057,9	2,7
40	0.11919	18	267,051	1,191	2,221	9	1055,1	2.8
50	0,11937	18	268,244	1.193	2.231	10	1052,4	2.7
60	0.11954	17	269,438	1.194	2,240	9	1049,7	2,7
70	0.11972	18	270,634	1.196	2.250	10	1046,9	2.8
80	0.11990	18	271.833	1.199	2,259	9	1044,2	2,7
90	0.12008	18	273.033	1,200	2.269	10	1041.4	2.8
2600	0.12026	18	274,235	1,202	2,278	9	1038,7	2.7

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff
1800	0,10828	13	183,129	1,083	1,580	8	1263,8	2,9
10	0,10841	12	184,212	1,085	1,588	8	1260,9	2,9
20	0,10853	13	185,297	1,086	1,596	8	1258,0	2,9
30	0,10866	12	186,383	1,087	1,604	8	1255,1	2,9
40	0,10878	13	187,470	1,089	1,612	8	1252,2	2,9
50	0,10891	12	188,559	1,089	1,620	8	1249,3	2,9
60	0,10903	13	189,648	1,091	1,628	8	1246,4	2,9
70	0,10916	12	190,739	1,092	1,636	8	1243,5	2,9
80	0,10928	13	191,831	1,094	1,644	8	1240,6	2,9
90	0,10941		192,925		1,652		1237,7	
1900	0,10954	13	194,020	1,095	1,660	8	1234,9	2,8
10	0,10967	13	195,116	1,096	1,668	8	1232,0	2,9
20	0,10980	13	196,213	1,097	1,676	8	1229,2	2,8
30	0,10993	13	197,312	1,099	1,684	8	1226,3	2,9
40	0,11006	13	198,412	1,100	1,693	9	1223,4	2,9
50	0,11020	14	199,513	1,101	1,701	8	1220,5	2,9
60	0,11033	13	200,616	1,103	1,709	8	1217,6	2,9
70	0,11046	13	201,720	1,104	1,717	8	1214,8	2,8
80	0,11059	13	202,825	1,105	1,726	9	1211,9	2,9
90	0,11072	13	203,932	1,107	1,734	8	1209,0	2,9
2000	0,11086	14	205,040	1,108	1,743	9	1206,2	2,8
10	0,11100	14	206,150	1,110	1,751	8	1203,3	2,9
20	0,11113	13	207,260	1,110	1,759	8	1200,5	2,8
30	0,11127	14	208,372	1,112	1,767	8	1197,6	2,9
40	0,11141	14	209,485	1,113	1,775	8	1194,8	2,8
50	0,11155	14	210,600	1,115	1,784	9	1192,0	2,8
60	0,11168	13	211,716	1,116	1,792	8	1189,1	2,9
70	0,11182	14	212,834	1,118	1,800	8	1186,3	2,8
80	0,11196	14	213,953	1,119	1,809	9	1183,4	2,9
90	0,11210	14	215,074	1,121	1,817	8	1180,6	2,8
2100	0,11224	14	216,196	1,122	1,826	9	1177,8	2,8
10	0,11238	14	217,319	1,123	1,835	9	1174,9	2,9
20	0,11253	15	218,443	1,124	1,844	9	1172,1	2,8
30	0,11267	14	219,569	1,125	1,852	8	1169,3	2,8
40	0,11282	15	220,696	1,127	1,861	9	1166,5	2,8
50	0,11296	14	221,824	1,128	1,870	9	1163,7	2,8
60	0,11311	15	222,954	1,130	1,878	8	1160,8	2,9
70	0,11325	14	224,087	1,133	1,887	9	1158,0	2,8
80	0,11340	15	225,221	1,134	1,895	8	1155,2	2,8
90	0,11354	14	226,356	1,135	1,904	9	1152,4	2,8
2200	0,11369	15	227,492	1,136	1,912	8	1149,6	2,8

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
2200	0,11369	15	227,492	1,137	1,912	9	1149,6	2,8
10	0,11384	15	228,629	1,138	1,921	9	1146,8	2,8
20	0,11399	15	229,767	1,141	1,930	9	1144,0	2,9
30	0,11414	15	230,908	1,142	1,939	9	1141,1	2,8
40	0,11429	15	232,050	1,144	1,948	8	1138,3	2,8
50	0,11444	16	233,194	1,145	1,956	9	1135,5	2,8
60	0,11460	15	234,339	1,147	1,965	9	1132,7	2,8
70	0,11475	15	235,486	1,148	1,974	9	1129,9	2,8
80	0,11490	16	236,634	1,150	1,983	9	1127,1	2,8
90	0,11506		237,784		1,992		1124,3	
2300	0,11521	15	238 936	1,152	2,000	8	1121,5	2,8
10	0,11537	16	240,089	1,153	2,009	9	1118,7	2,8
20	0,11552	15	241,243	1,154	2,018	9	1115,9	2,8
30	0,11568	16	242,398	1,155	2,027	9	1113,2	2,7
40	0,11583	15	243,555	1,157	2,036	9	1110,4	2,8
50	0,11599	16	244,715	1,160	2,045	9	1107,6	2,8
60	0,11615	16	245,876	1,161	2,054	9	1104,8	2,8
70	0,11631	16	247,038	1,162	2,063	9	1102,0	2,8
80	0,11647	16	248,201	1,163	2,072	9	1099,2	2,8
90	0,11664	17	249,366	1,165	2,081	9	1096,4	2,8
2400	0,11680	16	250,534	1,168	2,094	10	1093,7	2,7
10	0,11696	16	251,703	1,169	2,100	9	1091,9	2,8
20	0,11712	16	252,874	1,171	2,109	9	1088,1	2,8
30	0,11729	17	254,046	1,172	2,118	9	1085,4	2,7
40	0,11745	16	255,220	1,174	2,128	10	1082,6	2,8
50	0,11762	16	256,395	1,175	2,137	9	1079,8	2,8
60	0,11779	17	257,572	1,177	7.146	9	1077,1	2,7
70	0,11796	17	253,751	1,179	2,156	10	1074,3	2,8
80	0,11814	18	259,932	1,181	2,165	9	1071,6	2,7
90	0,11831	17	261,114	1,182	2,174	9	1068,8	2,8
2500	0,11849	18	262,297	1,183	2,183	9	1066,1	2,7
10	0,11866	17	263,483	1,186	2,193	10	1063,4	2,7
20	0,11884	18	264,671	1,188	2,202	9	1060,6	2,8
30	0 11901	17	265,860	1,190	2,212	10	1057,9	2,7
40	0,11919	18	267,051	1,191	2,221	9	1055,1	2,8
50	0,11937	18	268,244	1,193	2,231	10	1052,4	2,7
60	0,11954	17	269,438	1,194	2,240	9	1049,7	2,7
70	0,11972	18	270,634	1,196	2,250	10	1046,9	2,8
80	0,11990	18	271,833	1,199	2,259	9	1044,2	2,7
90	0,12008	18	273,033	1,200	2,269	10	1041,4	2,8
2600	0,12026	18	274,235	1,202	2,278	9	1038,7	2,7

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	*u*	Diff.
2600	0,12026	19	274,234	1,204	2,278	10	1038,7	2,7
10	0,12045	18	275,438	1,205	2,288	10	1036,0	2,7
20	0,12063	19	276,643	1,208	2,298	10	1033,3	2,7
30	0,12082	19	277,851	1,209	2,308	9	1030,6	2,7
40	0,12101	18	279,060	1,210	2,317	10	1027,9	2,8
50	0,12119	19	280,270	1,214	2,327	10	1025,1	2,7
60	0,12138	19	281,484	1,215	2,337	10	1022,4	2,7
70	0,12157	19	282,699	1,216	2,347	10	1019,7	2,7
80	0,12176	19	283,915	1,219	2,357	9	1017,0	2,7
90	0,12195		285,134		2,366		1014,3	
2700	0,12213	18	286,354	1,220	2,376	10	1011,6	2,7
10	0,12232	19	287,576	1,222	2,386	10	1008,9	2,7
20	0,12251	19	288,800	1,224	2,396	10	1006,2	2,7
30	0,12271	20	290,026	1,226	2,406	10	1003,5	2,7
40	0,12290	19	291,254	1,228	2,416	10	1000,8	2,7
50	0,12310	20	292,484	1,230	2,426	10	998,2	2,6
60	0,12330	20	293,717	1,233	2,436	10	995,5	2,7
70	0,12350	20	294,951	1,234	2,446	10	992,8	2,7
80	0,12369	19	296,187	1,236	2,456	10	990,1	2,7
90	0,12389	20	297,425	1,238	2,466	10	987,4	2,7
2800	0,12409	20	298,665	1,240	2,476	10	984,7	2,7
10	0,12430	21	299,907	1,242	2,487	11	982,1	2,6
20	0,12450	20	301,150	1,243	2,497	10	979,4	2,7
30	0,12471	21	302,396	1,246	2,507	10	976,7	2,7
40	0,12492	21	303,644	1,248	2,518	11	974,1	2,6
50	0,12513	21	304,894	1,250	2,528	10	971,4	2,7
60	0,12534	21	306,146	1,252	2,538	10	968,7	2,7
70	0,12555	21	307,401	1,255	2,548	10	966,1	2,6
80	0,12576	21	308,658	1,257	2,559	11	963,4	2,7
90	0,12696	20	309,917	1,259	2,569	10	960,8	2,6
2900	0,12617	21	311,178	1,261	2,579	10	958,1	2,7
10	0,12639	22	312,441	1,263	2,590	11	955,4	2,7
20	0,12661	22	313,706	1,265	2,600	10	952,8	2,6
30	0,12683	22	314,973	1,267	2,611	11	950,2	2,6
40	0,12705	22	316,242	1,269	2,621	10	947,5	2,7
50	0,12727	22	317,513	1,271	2,632	11	944,9	2,6
60	0,12749	22	318 787	1,274	2,642	11	942,3	2,6
70	0,12771	22	320,063	1,276	2,653	11	939,7	2,6
80	0,12793	22	321,341	1,278	2,664	11	937,1	2,6
90	0,12815	22	322,621	1,280	2,674	10	934,4	2,7
3000	0,12837	22	323,904	1,283	2,685	11	931,8	2,6

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
3000	0,12837	23	323,904	1,285	2.685	11	931,8	2,7
10	0,12860	22	325,189	1.287	2.696	10	929,1	2,6
20	0,12882	22	326,476	1,290	2,709	11	926,5	2,6
30	0,12904	23	327,766	1,291	2,717	11	923,9	2,6
40	0,12927	23	329.057	1,294	2.728	11	921,3	2,6
50	0.12950	23	330.351	1,296	2,739	11	918,7	2,6
60	1,12973	24	331,647	1,299	2,750	11	916,1	2,6
70	1.12997	24	332,946	1,301	2.761	11	913,5	2,6
80	1.13021	24	334.247	1,303	2,772	11	910,9	2,6
90	1.13045		335.550		2.783		908,3	
3100	0,13069	24	336,856	1.306	2,794	11	905,7	2,6
10	0,13093	24	338,164	1,308	2,805	11	903,1	2.6
20	0,13118	25	339.474	1,310	2.816	11	900,5	2,6
30	0,13142	24	340,787	1.313	2,827.	11	897,9	2.6
40	5,13166	24	342,102	1,315	2.839	12	895,4	2,5
50	0.13190	24	343.420	1,318	2.850	11	892,8	2,6
60	0.13215	25	344,740	1.320	2,861	11	890,2	2,6
70	0,13240	25	346,063	1,323	2,872	11	887,6	2,6
80	0,13265	25	347.388	1,323	2,883	11	885.0	2.6
90	0,13290	25	348.716	1,328	2,895	12	882,4	2.6
3200	0,13315	25	350,046	1,330	2.906	11	879,9	2,5
10	0.13341	26	351.378	1,332	2,917	11	877.3	2.6
20	0.13366	25	352,714	1.336	2.929	12	874,8	2.5
30	0,13392	26	354,052	1,338	2,940	11	872,2	2.6
40	0,13418	26	355.392	1,340	2,952	12	869,7	2,5
50	0,13444	26	356,735	1,343	2,963	11	867.1	2,6
60	0,13470	26	358.081	1.346	2,975	12	864,6	2,5
70	0.13496	26	359.429	1,348	2,986	11	862,0	2.6
80	0,13523	27	360,780	1,351	2,998	12	859,5	2,5
90	0,13549	26	362.134	1,353	3,009	11	856,9	2.6
3300	0.13576	27	363,490	1,356	3,021	12	854,4	2,5
10	0,13603	27	364.849	1,359	3,032	11	851,9	2,5
20	0,13630	27	366,211	1.362	3.044	12	849,4	2,5
30	0,13658	28	367.575	1,364	3.056	12	846,9	2,5
40	0.13685	27	368,942	1,367	3.068	12	844,4	2,5
50	0,13713	28	370,312	1.370	3.080	12	841,9	2,5
60	0.13740	27	371,685	1.373	3,092	12	839,4	2,5
70	0,13768	28	373,060	1,375	3.104	12	836,9	2,5
80	0,13796	28	374.438	1.378	3,116	12	834,4	2,5
90	0,13824	28	375,819	1,381	3.128	12	831,9	2.5
3400	0,13853	29	377,203	1.384	3,140	12	829,4	2.5

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
3400	0,13853	28	377,203	1,387	3,140	12	829,4	2,4
10	0,13881	29	378.590	1,389	3,152	12	827,0	2,5
20	0,13910	29	379,979	1,393	3,164	12	824,5	2,5
30	0.13939	29	381,372	1,395	3,176	13	822,0	2,5
40	0,13968	30	382,767	1,399	3,189	12	819,5	2,4
50	0,13998	29	384,166	1,401	3,201	12	817,1	2 5
60	0,14027	30	385,567	1,404	3,213	12	814,6	2,5
70	0,14057	29	386,971	1,408	3,225	12	812,1	2,4
80	0,14086	30	388.379	1,410	3,237	13	809,7	2,5
90	0,14116		389,789		3,250		807,2	
3500	0,14147	31	391,202	1,413	3,262	12	804,7	2,5
10	0,14177	30	392,618	1,416	3,275	13	802,2	2,5
20	0,14208	31	394,037	1,419	3,288	13	799,8	2,4
30	0,14238	30	395,459	1,422	3,300	12	797,4	2,4
40	0,14269	31	396,885	1,426	3.313	13	793,9	2,5
50	0,14301	32	398.314	1,428	3,325	12	792,5	2,4
60	0,14332	31	399,745	1,431	3.338	13	790,0	2.5
70	0.14364	32	401,1 0	1,435	3,350	12	787,6	2,4
80	0,14395	31	402,618	1,438	3,363	13	785,2	2,4
90	0,14427	32	404,059	1,441	3,376	13	782,7	2,5
3600	0,14459	32	405,503	1,444	3,389	13	780,3	2,4
10	0,14491	32	406,950	1,447	3,402	13	777,9	2,4
20	0,14524	33	408,401	1,451	3,415	13	775,5	2,4
30	0,14557	33	409,856	1,455	3,428	13	773,1	2,4
40	0,14590	33	411,313	1.457	3.441	13	770,7	2,4
50	0,14624	34	412,774	1,461	3,454	13	768.3	2,4
60	0,14657	33	414,238	1,464	3,467	13	765,9	2,4
70	0.14690	33	415,705	1,467	3,480	13	763,5	2,4
80	0,14723	33	417,175	1,470	3,493	13	761,1	2,4
90	0,14757	34	418,649	1,474	3,506	13	758,7	2,4
3700	0,14791	34	420,127	1,478	3,519	13	756,3	2,4
10	0,14824	33	421,608	1,481	3,532	13	753,9	2,4
20	0,14858	34	423,092	1,484	3,545	13	751,5	2,4
30	0,14893	35	424,579	1,487	3,558	13	749,2	2,3
40	0,14928	35	426,070	1,491	3,572	14	746,8	2,4
50	0,14964	36	427,565	1,495	3,585	13	744,5	2,3
60	0,14999	35	429,063	1,498	3,598	13	741,1	2,4
70	0,15035	36	430,564	1,501	3,612	14	739,8	2,3
80	0,15071	36	432,070	1,506	3,625	13	737,4	2,4
90	0,15108	37	433.579	1,509	3,639	14	735,1	2,3
3800	0,15145	37	435,091	1,512	3,653	14	732,7	2,4

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
3800	0,15145	37	435,091	1,516	3.653	43	732.7	2.3
10	0,15182	37	436,607	1,520	3,686	44	730.4	2.4
20	0.15219	38	438.127	1.524	3.680	44	728.0	2.3
30	0.15257	37	439,651	1.528	3.694	44	725.7	2.4
40	0,15294	37	441,179	1,531	3,708	44	723.3	2.3
50	0.15331	38	442,710	1,535	3.722	44	721.0	2.4
60	0,15369	38	444.245	1.539	3.736	44	718.6	2.3
70	0.15407	38	445,784	1,543	3,750	44	716.3	2.3
80	0,15445	39	447.327	1.546	3.764	44	714.0	2.3
90	0,15484		448,873		3.778		711.7	
3900	0,15523	39	450.424	1.551	3.792	44	709.4	2.3
10	0.15562	39	451.978	1.554	3.806	44	707.1	2.3
20	0,15601	39	453.536	1.558	3.820	44	704.7	2.4
30	0,15641	40	455,098	1,562	3,835	45	702.4	2.3
40	0.15680	39	456,664	1,566	3.849	44	700.1	2.3
50	0.15720	40	458.234	1.570	3.863	44	697.9	2.2
60	0.15760	40	459,809	1,575	3.878	45	695.6	2.3
70	0.15801	41	461,387	1.578	3.892	44	693.3	2.3
80	0,15843	42	462.969	1.582	3.906	44	691.1	2.2
90	0,15884	41	464.556	1.587	3.920	44	688.8	2.3
4000	0.15925	41	466.146	1.590	3,935	45	686.6	2.2
10	0,15967	42	467.740	1,594	3.949	44	684.3	2.3
20	0 16009	42	469.339	1.599	3.964	45	682.1	2.2
30	0.16051	42	470,942	1,603	3.979	45	679,9	2.2
40	0.16094	43	472.549	1.607	3,993	44	677,6	2.3
50	0,16137	43	474.161	1,612	4.008	45	675.4	2.2
60	0.16180	43	475.777	1.616	4,023	45	673.2	2.2
70	0 16224	44	477.397	1.620	4,038	45	671.0	2.2
80	0.16267	43	479.022	1.625	4.053	45	668 8	2.2
90	6,16 11	44	480 651	1,629	4.068	45	666.5	2.3
4100	0,16355	44	482,284	1.633	4,083	45	664.3	2.2
10	0.16399	44	483.922	1.638	4.098	45	662.1	2.2
20	0,16444	45	485.563	1.644	4.113	45	660.0	2.1
30	0.16489	45	487.210	1.647	4,129	46	657.8	2.2
40	0.16535	46	488,861	1.651	4.144	45	655.6	2.2
50	0.16581	46	490.517	1.656	4.159	45	653.4	2.2
60	0.16626	47	492,177	1.660	4.174	45	651.2	2.2
70	0,16674	45	493.842	1.666	4.190	46	649.0	2.2
80	0.16721	47	495.512	1.669	4.205	45	646.8	2.2
90	0.16768	47	497.186	1.674	4.220	45	644.6	2.2
4200	0,16815	47	498.865	1.679	4.236	46	642.5	2.1

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
4200	0,16815	48	498,865	1,684	4,236	16	642,5	2,2
10	0,16863	48	500,549	1,689	4,252	15	640,3	2,1
20	0,16911	49	502,238	1,693	4,267	16	638,2	2,2
30	0,16960	49	503,931	1,699	4,283	16	636,0	2,1
40	0,17009	49	505,630	1,703	4,299	16	633,9	2,1
50	0,17058	50	507,333	1,708	4,315	16	631,8	2,1
60	0,17108	49	509,041	1,713	4,331	16	629,7	2,2
70	0,17157	50	510,754	1,719	4,347	16	627,5	2,1
80	0,17207	50	512,473	1,723	4,363	16	625,4	2,1
90	0,17257		514,196		4,379		623,3	
4300	0,17307	50	515,924	1,728	4,395	16	621,2	2,1
10	0,17358	51	517,657	1,733	4,412	17	619,1	2,1
20	0,17409	51	519,396	1,739	4,428	16	617,0	2,1
30	0,17461	52	521,139	1,743	4,444	16	614,9	2,1
40	0,17513	52	522,888	1,749	4,460	16	612,8	2,1
50	0,17562	52	524,642	1,754	4,476	16	610,8	2,0
60	0,17618	53	526,401	1,759	4,492	16	608,7	2,1
70	0,17671	53	528,165	1,764	4,509	17	606,6	2,1
80	0,17724	53	529,935	1,770	4,525	16	604,5	2,1
90	0,17778	54	531,718	1,775	4,542	17	602,4	2,1
4400	0,17832	54	533,499	1,780	4,558	16	600,4	2,0
10	0,17887	55	535,276	1,786	4,575	17	598,3	2,1
20	0,17942	55	537,068	1,792	4,592	17	596,3	2,0
30	0,17998	56	538,865	1,797	4,609	17	594,3	2,0
40	0,18054	56	540,667	1,802	4,626	17	592,2	2,1
50	0,18110	56	542,476	1,809	4,643	17	590,2	2,0
60	0,18166	56	544,289	1,813	4,660	17	588,1	2,1
70	0,18223	57	546,109	1,820	4,677	17	586,1	2,0
80	0,18280	57	547,934	1,825	4,694	17	584,1	2,0
90	0,18337	57	549,765	1,831	4,711	17	582,1	2,0
4500	0,18395	58	551,602	1,837	4,728	17	580,1	2,0
10	0,18453	58	553,444	1,842	4,746	18	578,1	2,0
20	0,18512	59	555,292	1,848	4,763	17	576,1	2,0
30	0,18571	59	557,147	1,855	4,780	17	574,2	1,9
40	0,18631	60	559,007	1,860	4,798	18	572,2	2,0
50	0,18691	60	560,873	1,866	4,815	17	570,3	1,9
60	0,18752	61	562,745	1,872	4,833	18	568,3	2,0
70	0,18813	61	564,622	1,878	4,850	17	566,3	2,0
80	0,18875	62	566,508	1,885	4,868	18	564,4	1,9
90	0,18937	62	568,399	1,891	4,886	18	562,4	2,0
4600	0,18999	62	570,296	1,897	4,903	17	560,4	2,0

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
4600	0,18999	63	570,296	1,903	4,903	18	560,4	2,0
10	0,19062	63	572,199	1,909	4,921	18	558,4	2,0
20	0,19125	64	574,108	1,915	4,939	18	556,4	1,9
30	0,19189	64	576,023	1,922	4,957	18	554,5	1,9
40	0,19253	64	577,945	1,929	4,975	19	552,6	1,8
50	0,19317	65	579,874	1,935	4,994	18	550,8	1,9
60	0,19382	65	581,809	1,941	5,012	18	548,9	1,9
70	0,19447	66	583,750	1,948	5,030	18	547,0	1,9
80	0,19513	66	585,698	1,955	5,048	18	545,1	1,9
90	0,19579		587,653		5,066		543,2	
4700	0,19645	66	589,614	1,961	5,085	19	541,3	1,9
10	0,19712	67	591,582	1,968	5,104	19	539,4	1,9
20	0,19780	68	593,556	1,974	5,122	18	537,5	1,9
30	0,19848	68	595,538	1,982	5,140	18	535,7	1,8
40	0,19917	69	597,526	1,988	5,159	19	533,8	1,9
50	0,19986	69	599,522	1,996	5,178	19	532,0	1,8
60	0,20056	70	601,524	2,002	5,197	19	530,1	1,9
70	0,20126	70	603,533	2,009	5,216	19	528,2	1,9
80	0,20196	70	605,549	2,016	5,235	19	526,4	1,8
90	0,20267	71	607,572	2,023	5,254	19	524,6	1,8
4800	0,20338	71	609,602	2,030	5,273	19	522,7	1,9
10	0,20410	72	611,640	2,038	5,293	20	520,9	1,8
20	0,20483	73	613,684	2,044	5,312	19	519,1	1,8
30	0,20556	73	615,736	2,052	5,331	19	517,3	1,8
40	0,20630	74	617,796	2,060	5,351	20	515,5	1,8
50	0,20704	74	619,862	2,066	5,370	19	513,7	1,8
60	0,20779	75	621,937	2,075	5,390	20	511,9	1,8
70	0,20854	75	624,018	2,081	5,409	19	510,1	1,8
80	0,20929	75	626,107	2,089	5,429	20	508,4	1,7
90	0,21005	76	628,214	2,097	5,449	20	506,6	1,8
4900	0,21081	76	630,308	2,104	5,468	19	504,8	1,8
10	0,21158	77	632,420	2,112	5,488	20	503,1	1,7
20	0,21236	78	634,540	2,120	5,508	20	501,4	1,7
30	0,21314	78	636,668	2,128	5,528	20	499,6	1,8
40	0,21393	79	638,803	2,135	5,548	20	497,9	1,7
50	0,21473	80	640,947	2,144	5,569	21	496,2	1,7
60	0,21553	80	643,098	2,151	5,589	20	494,5	1,7
70	0,21634	81	645,257	2,159	5,609	20	492,7	1,8
80	0,21715	81	647,425	2,168	5,629	20	491,0	1,7
90	0,21796	81	649,600	2,175	5,649	20	489,3	1,7
5000	0,21878	82	651,784	2,184	5,669	20	487,6	1,7

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
5000	0,21878	83	651,784	2,192	5,669	20	487,6	1,7
10	0,21961	84	653,976	2,200	5,689	21	485,9	1,7
20	0,22045	85	656,176	2,209	5,710	20	484,2	1,7
30	0,22130	85	658,385	2,217	5,730	21	482,5	1,7
40	0,22215	86	660,602	2,226	5,751	21	480,8	1,7
50	0,22301	85	662,828	2,234	5,772	21	479,1	1,6
60	0,22386	86	665,062	2,243	5,793	21	477,5	1,7
70	0,22472	86	667,305	2,251	5,814	21	475,8	1,6
80	0,22558	87	669,556	2,260	5,835	21	474,2	1,7
90	0,22645		671,816		5,856		472,5	
5100	0,22732	87	674,085	2,269	5,878	22	470,9	1,6
10	0,22820	88	676,362	2,277	5,899	21	469,3	1,6
20	0,22908	88	678,647	2,285	5,921	22	467,7	1,6
30	0,22997	89	680,942	2,295	5,942	21	466,1	1,6
40	0,23087	90	683,246	2,304	5,964	22	464,5	1,6
50	0,23178	91	685,559	2,313	5,985	21	462,9	1,6
60	0,23270	92	687,882	2,322	6,007	22	461,3	1,6
70	0,23364	94	690,214	2,332	6,028	21	459,7	1,6
80	0,23458	94	692,556	2,342	6,050	22	458,1	1,6
90	0,23553	95	694,906	2,350	6,072		456,5	
5200	0,23648	95	697,266	2,360	6,094	22	455,0	1,5
10	0,23744	96	699,636	2,370	6,116	22	453,4	1,6
20	0,23840	96	702,015	2,379	6,138	22	451,9	1,5
30	0,23937	97	704,403	2,388	6,161	23	450,4	1,5
40	0,24034	97	706,801	2,398	6,183	22	448,8	1,6
50	0,24131	97	709,209	2,408	6,205	22	447,3	1,5
60	0,24229	98	711,627	2,418	6,227	22	445,8	1,5
70	0,24328	99	714,055	2,428	6,250	23	444,3	1,5
80	0,24427	99	716,493	2,438	6,272	23	442,8	1,5
90	0,24527	100	718,941	2,448	6,294	22	441,3	1,5
5300	0,24628	101	721,399	2,458	6,317	23	439,8	1,5
10	0,24729	101	723,867	2,468	6,340	23	438,3	1,5
20	0,24831	102	726,346	2,479	6,363	23	436,8	1,5
30	0,24934	103	728,835	2,489	6,386	23	435,3	1,5
40	0,25038	104	731,334	2,499	6,409	23	433,8	1,5
50	0,25142	104	733,844	2,510	6,433	24	432,4	1,4
60	0,25247	105	736,363	2,519	6,456	23	430,9	1,5
70	0,25353	106	738,893	2,530	6,479	23	429,5	1,4
80	0,25460	107	741,434	2,541	6,502	23	428,1	1,4
90	0,25568	108	743,985	2,551	6,525	23	426,7	1,4
5400	0,25677	109	746,547	2,562	6,549	24	425,2	1,5

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
5400	0,25677	110	746,55	2,57	6,549	24	425,2	1,4
10	0,25787	110	749,12	2,58	6,573	23	423,8	1,4
20	0,25897	111	751,70	2,60	6,596	24	422,4	1,4
30	0,26008	112	754,30	2,61	6,620	23	421,0	1,4
40	0,26120	112	756,91	2,61	6,643	24	419,6	1,4
50	0,26232	112	759,52	2,63	6,667	24	418,2	1,4
60	0,26344	113	762,15	2,64	6,691	24	416,8	1,4
70	0,26457	114	764,79	2,65	6,715	24	415,4	1,4
80	0,26571	113	767,44	2,67	6,739	24	514,0	1,4
90	0,26684		770,11		6,763		412,6	
5500	0,26799	115	772,78	2,67	6,788	25	411,3	1,3
10	0,26915	116	775,47	2,69	6,812	24	409,9	1,4
20	0,27031	116	778,16	2,69	6,836	24	408,6	1,3
30	0,27148	117	780,87	2,71	6,861	25	407,3	1,3
40	0,27266	118	783,59	2,72	6,885	24	406,0	1,3
50	0,27385	119	786,33	2,74	6,910	25	404,7	1,3
60	0,27506	121	789,07	2,74	6,935	25	403,4	1,3
70	0,27627	121	791,83	2,76	6,960	25	402,1	1,3
80	0,27749	122	794,60	2,77	6,985	25	400,8	1,3
90	0,27872	123	797,38	2,78	7,010	25	399,5	1,3
5600	0,27996	124	800,17	2,79	7,035	25	398,2	1,3
10	0,28121	125	802,98	2,82	7,060	25	396,9	1,3
20	0,28246	125	805,80	2,82	7,085	25	395,6	1,3
30	0,28372	126	808,63	2,83	7,111	26	394,4	1,2
40	0,28599	127	811,47	2,84	7,136	25	393,1	1,3
50	0,28626	127	814,33	2,86	7,162	26	391,9	1,2
60	0,28754	128	817,20	2,87	7,188	26	390,7	1,2
70	0,28883	129	820,08	2,88	7,213	25	389,4	1,3
80	0,29012	129	822,98	2,90	7,239	26	388,2	1,2
90	0,29142	130	825,88	2,90	7,265	26	387,0	1,2
5700	0,29273	131	828,80	2,92	7,290	26	385,8	1,2
10	0,29405	132	831,74	2,94	7,317	27	384,6	1,2
20	0,29538	133	834,69	2,95	7,343	26	383,4	1,2
30	0,29672	134	837,65	2,96	7,369	26	372,2	1,2
40	0,29807	135	840,62	2,97	7,395	26	371,0	1,2
50	0,29942	135	843,61	2,99	7,421	26	369,9	1,1
60	0,30078	136	846,61	3,00	7,447	26	368,7	1,2
70	0,30215	137	849,62	3,01	7,474	27	367,6	1,1
80	0,30353	138	852,65	3,03	7,500	26	366,4	1,2
90	0,30492	139	855,69	3,04	7,526	26	365,3	1,1
5800	0,30632	140	858,75	3,06	7,553	27	364,1	1,2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
5800	0,30632	141	858,75	3,07	7,553	27	374,1	1,1
10	0,30773	141	861,82	3.08	7,580	26	373,0	1,1
20	0,30914	142	864,90	3,10	7,606	27	371,9	1,1
30	0,31056	143	868,00	3,12	7,633	27	370,8	1,1
40	0,31199	144	871,12	3,12	7,660	27	369,7	1,1
50	0,31343	145	874,24	3,14	7,687	27	368,6	1,1
60	0.31488	146	877,38	3,15	7,714	27	367,5	1,1
70	0,31634	147	880,53	3,17	7,741	28	366,4	1,1
80	0.31781	148	883,70	3,19	7,769	27	365.3	1,1
90	0,31929		886,89		7,796		364.2	
5900	0,32076	147	890,09	3,20	7,824	28	363,2	1,0
10	0,32225	149	893,30	3,21	7,871	27	362,1	1.1
20	0.32375	150	896,53	3,23	7,898	27	361,1	1.0
30	0,32526	151	899,78	3,25	7,926	28	360,0	1.1
40	0,32678	152	903,04	3,26	7,954	28	359,0	1,0
50	0,32831	153	906,31	3,27	7,982	28	358.0	1,0
60	0,32985	154	909,60	3,29	8,010	28	357,0	1,0
70	0.33139	154	912,91	3,31	8,038	28	356,0	1,0
80	0,33294	155	916,23	3 32	8,066	28	355,0	1,0
90	0.33450	156	919,57	3,34	8,095	29	354,1	0,9
6000	0,33606	156	922,92	3,35	8,104	29	353,1	1,0
10	0,33763	157	926,29	3.37	8,132	28	352,1	1.0
20	0,33922	159	929,67	3,38	8,161	29	351,1	1,0
30	0,34081	159	933,07	3,40	8,189	28	350,2	0,9
40	0,34242	161	936,49	3,42	8,218	29	349,2	1.0
50	0,34403	161	939,92	3,43	8,247	29	348,2	1,0
60	0,34565	162	943,37	3,45	8,275	28	347,3	0.9
70	0,34728	163	946,84	3,47	8,304	29	346,4	0,9
80	0,34892	164	950,32	3,48	8,333	29	345,5	0.9
90	0,35057	165	953,81	3,49	8,362	29	344,6	0,9
6100	0 35223	166	957,33	3.52	8,391	29	343,7	0,9
10	0.35390	167	960,86	3,53	8,421	30	342,8	0,9
20	0.35557	167	964,41	3,55	8,450	29	341,9	0,9
30	0,35725	168	967,97	3,56	8,479	29	341,0	0.9
40	0,35894	169	971,55	3,58	8,509	30	340,1	0.9
50	0 36064	170	975,15	3,60	8,538	29	339,2	0.9
60	0,36235	171	978,76	3,61	8,568	30	338,4	0.8
70	0,36407	172	982,39	3,63	8,597	29	337,5	0.9
80	0,36580	173	986,04	3.65	8,627	30	336,6	0,9
90	0,36753	173	989,71	3,67	8,657	30	335,8	0,8
6200	0,36927	174	993,40	3.69	8,686	29	335,0	0,8

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
6200	0.36927	175	993,40	3,70	8,686	30	335,0	8
10	0,37102	176	997,10	3,72	8.716	30	334,2	8
20	0,37278	177	1000,82	3,73	8,746	30	333,4	8
30	0.37455	178	1004,55	3.76	8,776	30	332,6	8
40	0.37633	179	1008,31	3,77	8,806	31	331,8	8
50	0,37812	179	1012,08	3,79	8,837	30	331,0	8
60	0,37991	180	1015,87	3,81	8,867	30	330,2	8
70	0,38171	181	1019,68	3,82	8,897	30	329,4	8
80	0.38352	182	1023,50	3,83	8,927	30	328,6	7
90	0,38534		1027,35		8,957		327,9	
6300	0,38717	183	1031,21	3,86	8,988	31	327,1	8
10	0.38901	184	1035,09	3,88	9.018	30	326,3	8
20	0,39086	185	1038,99	3.90	9,048	30	325,6	7
30	0,39272	186	1042,91	3,92	9,079	31	324.8	8
40	0,39458	186	1046,84	3,93	9,110	31	324,1	7
50	0.39645	187	1050,80	3,96	9,141	31	323,3	8
60	0,39833	188	1054,77	3,97	9,172	31	322,6	7
70	0.40022	189	1058.77	4,00	9.203	31	321,9	7
80	0,40212	190	1062,78	4,01	9.234	31	321,2	7
90	0,40402	190	1066,81	4,03	9,266	32	320,5	7
6400	0,40593	191	1070,86	4,05	9,297	31	319.8	7
10	0,40785	192	1074,93	4,07	9.328	31	319,1	7
20	0,40978	193	1079,02	4,09	9,359	31	318.5	6
30	0,41172	194	1083,12	4,10	9.391	32	317,8	7
40	0,41367	195	1087,25	4,13	9,422	31	317,1	7
50	0,41562	195	1091,40	4.15	9,454	32	316,4	7
60	0,41758	196	1095,56	4,16	9,485	31	315,8	6
70	0,41955	197	1099,75	4,19	9,517	32	315,1	7
80	0,42153	198	1103,95	4,20	9,549	32	314,5	6
90	0,42352	199	1108,18	4,23	9.581	32	313.8	7
6500	0,42552	200	1112,42	4,24	9,613	32	313,1	7
10	0,42753	201	1116.69	4,27	9,645	32	312,5	6
20	0,42955	202	1120,97	4,28	9,677	32	311,9	6
30	0,43157	202	1125,28	4,31	9,713	33	311,2	7
40	0,43360	203	1129,61	4,33	9,742	32	310,6	6
50	0.43564	204	1133.95	4,34	9,774	32	310,0	6
60	0,43768	204	1138,32	4,37	9.806	32	309.4	6
70	0,43973	205	1142,71	4,39	9,839	33	308,8	6
80	0,44179	206	1147.11	4.40	9,871	32	308.3	5
90	0,44386	207	1151,54	4,43	9,903	32	307,7	6
6600	0,44593	207	1155,99	4,45	9,936	33	307,1	6

D		Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
6600	0,44593	208	1155,99	4,47	9,936	32	307,1	6
10	0,44801	209	1160,46	4,49	9,968	33	306,5	6
20	0,45010	210	1164,95	4,51	10,001	33	305,9	5
30	0,45220	211	1169,46	4,53	10,034	32	305,4	6
40	0,45431	211	1173,99	4,56	10,066	33	304,8	6
50	0,45642	212	1178,55	4,57	10,099	33	304,2	5
60	0,45854	213	1183,12	4,60	10,132	33	303,7	6
70	0,46067	214	1187,72	4,62	10,165	33	303,1	6
80	0,46281	215	1192,34	4,64	10,198	33	302,5	5
90	0,46496		1196,98		10,231		302,0	
6700	0,46712	216	1201,64	4,66	10,265	34	301,5	5
10	0,46928	216	1206,32	4,68	10,298	33	301,0	5
20	0,47145	217	1211,02	4,70	10,331	33	300,5	5
30	0,47363	218	1215,75	4,73	10,364	33	299,9	6
40	0,47582	219	1220,49	4,74	10,398	34	299,4	5
50	0,47801	219	1225,26	4,77	10,431	33	298,9	5
60	0,48021	220	1230,05	4,79	10,465	34	298,4	5
70	0,48241	220	1234,87	4,82	10,498	33	297,9	5
80	0,48462	221	1239,70	4,83	10,532	34	297,4	5
90	0,48684	222	1244,56	4,86	10,565	33	296,9	5
6800	0,48906	222	1249,44	4,88	10,599	34	296,4	5
10	0,49129	223	1254,34	4,90	10,633	34	295,9	5
20	0,49354	225	1259,27	4,93	10,667	34	295,5	4
30	0,49579	225	1264,21	4,94	10,701	34	295,0	5
40	0,49805	226	1269,18	4,97	10,734	33	294,5	5
50	0,50031	226	1274,17	4,99	10,768	34	294,0	5
60	0 50258	227	1279,19	5,02	10,802	34	293,5	5
70	0,50486	228	1284,22	5,03	10,836	34	293,1	4
80	0,50715	229	1289,28	5,06	10,870	34	292,6	5
90	0,50945	230	1294,35	5,08	10,904	34	292,2	4
6900	0,51175	230	1299,47	5,11	10,939	35	291,7	5
10	0,51406	231	1304,60	5,13	10,973	34	291,3	4
20	0,51638	232	1309,75	5,15	11,007	34	290,8	5
30	0,51870	232	1314,93	5,18	11,042	35	290,4	4
40	0,52103	233	1320,13	5,20	11,076	34	289,9	5
50	0,52337	234	1325,35	5,22	11,111	35	289,5	4
60	0,52572	235	1330,60	5,25	11,145	34	289,0	5
70	0,52807	235	1335,87	5,27	11,180	35	288,6	4
80	0,53043	236	1341,16	5,29	11,215	35	288,2	4
90	0,53279	236	1346,47	5,31	11,250	35	287,7	5
7000	0,53517	238	1351,81	5,34	11,285	35	287,3	4

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
7000	0,53517	238	1351,81	5,37	11,285	35	287,3	4
10	0,53755	239	1357,18	5,38	11,320	35	286,9	4
20	0,53994	239	1362,56	5,42	11,355	35	286,5	4
30	0,54233	240	1367,98	5,43	11,390	35	286,1	4
40	0,54473	240	1373,41	5,46	11,425	34	285,7	5
50	0,54713	241	1378,87	5,48	11,459	35	285,2	4
60	0,54954	242	1384,35	5,51	11,494	35	284,8	4
70	0,55196	243	1389,86	5,53	11,529	35	284,4	4
80	0,55439	243	1395,39	5,56	11,564	36	284,0	4
90	0,55682		1400,95		11,600		283,6	
7100	0,55926	244	1406,53	5,58	11,635	35	283,2	4
10	0,56171	245	1412,13	5,60	11,670	35	282,8	4
20	0,56417	246	1417,76	5,63	11,705	35	282,4	4
30	0,56663	246	1423,42	5,66	11,741	36	282,0	4
40	0,56910	247	1429,10	5,68	11,776	35	281,6	4
50	0,57157	247	1434,80	5,70	11,812	36	281,3	3
60	0,57405	248	1440,53	5,73	11,848	36	280,9	4
70	0,57654	249	1446,28	5,75	11,883	35	280,5	4
80	0,57903	249	1452,06	5,78	11,919	36	280,1	4
90	0,58.53	250	1457,86	5,80	11,955	36	279,7	4
7200	0,58404	251	1463,69	5,83	11,991	36	279,3	4
10	0,58656	252	1469,54	5,85	12,027	36	279,0	3
20	0,58909	253	1475,42	5,88	12,063	36	278,6	4
30	0,59162	253	1481,32	5,90	12,099	36	278,2	4
40	0,59416	254	1487,25	5,93	12,135	36	277 8	4
50	0,59670	254	1493,21	5,96	12,170	35	277,4	4
60	0,59925	255	1499,19	5,98	12,206	36	277,0	4
70	0,60181	256	1505.19	6,00	12,242	36	276,6	4
80	0,60437	256	1511.22	6.03	12.278	36	276,2	4
90	0,60694	257	1517,28	6,06	12,314	36	275,8	4
7300	0,60952	258	1523,36	6,08	12,351	37	275,5	3
10	0,61211	259	1529,47	6,11	12.387	36	275,1	4
20	0,61471	260	1535,60	6,13	12,423	36	274,7	4
30	0,61731	260	1541,76	6,16	12,459	36	274,3	4
40	0,61992	261	1547,95	6,19	12,496	37	273,9	4
50	0,62254	262	1554,16	6,21	12,532	36	273,6	3
60	9,62516	262	1560,40	6,24	12,569	37	273,2	4
70	0,62779	263	1566,67	6,27	12,606	37	272.8	4
80	0,63043	264	1572,96	6,29	12,643	37	272,5	3
90	0,63307	264	1579,27	6,31	12,680	37	272,1	4
7400	0,63572	265	1585,62	6,35	12,717	37	271,7	4

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
7400	0,63672	265	1585,62	6,37	12,717	37	271,7	4
10	0,63837	266	1591,99	6,40	12,754	37	271,3	3
20	0,64103	267	1598,39	6,42	12,791	37	271,0	4
30	0,64370	268	1604,81	6,45	12,828	37	270,6	3
40	0,64638	269	1611,26	6,48	12,865	37	270,3	4
50	0,64907	270	1617,74	6,50	12,902	37	269,9	4
60	0,65177	271	1624,24	6,53	12,939	37	269,5	3
70	0,65448	271	1630,77	6,56	12,976	37	269,2	4
80	0,65719	272	1637,33	6,59	13,013	37	268,8	3
90	0,65991		1643,92		13,050		268,5	
7500	0,66264	273	1650,53	6,61	13,087	37	268,1	4
10	0,66537	273	1657,17	6,64	13,125	38	267,8	3
20	0,66811	274	1663,84	6,67	13,162	37	267,4	4
30	0,67086	275	1670,53	6,69	13,199	37	267,1	3
40	0,67362	276	1677,25	6,72	13,236	37	266,7	4
50	0,67638	276	1684,00	6,75	13,274	38	266,4	3
60	0,67915	277	1690,78	6,78	13,312	38	266,0	4
70	0,68192	277	1697,59	6,81	13,350	38	265,7	3
80	0,68470	278	1704,42	6,83	13,388	38	265,3	4
90	0,68749	279	1711,28	6,86	13,426	38	265,0	3
7600	0,69028	279	1718,17	6,89	13,463	37	264,6	4
10	0,69308	280	1725,09	6,92	13,501	38	264,3	3
20	0,69589	281	1732,03	6,94	13,539	38	263,9	4
30	0,69871	282	1739,00	6,97	13,577	38	263,6	3
40	0,70154	283	1746,01	7,01	13,615	38	263,2	4
50	0,70437	283	1753,04	7,03	13,653	38	262,9	3
60	0,70721	284	1760,09	7,05	13,691	38	262,5	4
70	0,71006	285	1767,18	7,09	13,729	38	262,2	3
80	0,71292	286	1774,29	7,11	13,767	38	261,8	4
90	0,71579	287	1781,44	7,13	13,805	38	261,5	3
7700	0,71866	287	1788,61	7,17	13,843	38	261,1	4
10	0,72154	288	1795,81	7,20	13,882	39	260,8	3
20	0,72443	289	1803,04	7,23	13,920	38	260,4	4
30	0,72733	290	1810,30	7,26	13,958	38	260,1	3
40	0,73023	290	1817,59	7,29	13,997	39	259,8	3
50	0,73314	291	1824,90	7,31	14,036	39	259,4	4
60	0,73606	292	1832,25	7,35	14,074	38	259,1	3
70	0,73898	292	1839,63	7,38	14,173	39	258,8	3
80	0,74191	293	1847,03	7,40	14,152	39	258,4	4
90	0,74485	294	1854,46	7,43	14,191	39	258,1	3
7800	0,74780	295	1861,93	7,47	14,229	38	257,7	4

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
7800	0.74780	295	1861,93	7,49	14,229	39	257,7	3
10	0.75075	296	1869,42	7,52	14.268	39	257,4	3
20	0,75371	297	1876.94	7,55	14,307	39	257,1	4
30	0,75668	298	1884,49	7.59	14,346	39	256,7	3
40	0,76966	298	1892,05	7,61	14,385	39	256,4	3
50	0.76264	299	1899,69	7,64	14.424	39	256.1	3
60	0,76563	300	1907.33	7,67	14,463	39	255,8	3
70	0,76863	301	1915,00	7,70	14,502	39	255,5	4
80	0,77164	302	1922,70	7,73	14,541	39	255.1	3
90	0.77466		1930.43		14,580		254,8	
7900	0,77769	303	1938,19	7,76	14,619	39	254,5	3
10	0,78072	303	1945,99	7,80	14.659	40	254,2	3
20	0,78376	304	1953.81	7,82	14,698	39	253,9	3
30	0.78681	305	1961.66	7,84	14,738	40	253,5	4
40	0,78987	306	1969,54	7.88	14.778	40	253,2	3
50	0,79293	306	1977,46	7,92	14,817	39	252,9	3
60	0.79600	307	1985,40	7,96	14,857	40	252,6	3
70	0.79908	308	1993,38	7,98	14,897	40	252,3	4
80	0,80216	308	2001.39	8,01	14,936	39	251,9	3
90	0,80525	309	2009,42	8,03	14,976	40	251,6	
8000	0,80835	310	2017,49	8.07	15,015	39	251,3	3
10	0,81145	310	2025,59	8,10	15,055	40	251,0	3
20	0,81456	311	2033,72	8,13	15,095	40	250,7	3
30	0,81768	312	2041,88	8,16	15.135	40	250,3	4
40	0,82081	313	2050.07	8.19	15,174	39	250,0	3
50	0,82395	314	2058,30	8,23	15,214	40	249,7	3
60	0,82710	315	2066,55	8,25	15.254	40	249,4	3
70	0,83026	316	2074.84	8,29	15,294	40	249,1	4
80	0,83343	317	2083.16	8,32	15,334	40	248,7	3
90	0,83661	318	2091.51	8,35	15,374	40	248,4	
8100	0,83980	319	2099.86	8,38	15,414	40	248,1	3
10	0,84299	319	2108.30	8,41	15,455	41	247,8	3
20	0.84619	320	2116 75	8.44	15,495	40	247,5	3
30	0,84940	321	2125.23	8.48	15.535	40	247,2	4
40	0,85261	321	2133,74	8,51	15,576	41	246,8	3
50	0,85583	322	2142,28	8,54	15,617	41	246,5	3
60	0.85906	323	2150.85	8,57	15,657	40	246.2	3
70	0,86230	324	2159,46	8,61	15.698	41	245,9	3
80	0,86555	325	2168.10	8.64	15.739	41	245,6	3
90	0,86781	326	2176,77	8.67	15.780	41	245,3	3
8200	0,87207	326	2185.48	8,71	15.820	40	245,0	

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
8200	0,87207	327	2185,48	8,73	15,820	41	245,0	4
10	0,87534	328	2194,21	8,77	15,861	41	244,6	3
20	0,87862	329	2202,98	8,81	15,902	41	244,3	3
30	0,88191	330	2211,79	8,83	15,943	41	244,0	3
40	0,88521	331	2220,62	8,87	15,984	41	243,7	3
50	0,88 52	331	2229,49	8,90	16,025	41	243,4	3
60	0,89183	332	2238,39	8,93	16,066	41	243,1	3
70	0,89515	333	2247.32	8,97	16,107	41	242,8	3
80	0,89848	334	2256,29	9,01	16,148	41	242,5	3
90	0,90182		2265,30		16,189		242,2	
8300	0,90517	335	2274,33	9,03	16,230	41	241,9	3
10	0,90853	336	2283,40	9,07	16,272	42	241,5	4
20	0,91189	336	2292,50	9,10	16,313	41	241,2	3
30	0,91526	337	2301,64	9,14	16,354	41	240,9	3
40	0,91864	338	2310.81	9,17	16,396	42	240,6	3
50	0,92203	339	2320,01	9,19	16,437	41	240,3	3
60	0,92543	340	2329,25	9,24	16,479	42	240,0	3
70	0,92884	341	2338,52	9,27	16,521	42	239,7	3
80	0,93226	342	2347,82	9,30	16,563	42	239,4	3
90	0,93569	343	2357,16	9,34	16,605	42	239,1	3
8400	0,93913	344	2366,54	9,35	16,647	42	238,8	3
10	0,94257	344	2375,95	9,41	16,689	42	238,5	3
20	0.94602	345	2385,39	9.43	16,731	42	238,2	3
30	0,94948	346	2394,87	9,48	16,773	42	237,9	3
40	0.95295	347	2404,38	9,51	16,815	42	237,6	3
50	0,95643	348	2413,93	9,55	16.857	42	237,3	3
60	0,95992	349	2423,51	9,58	16,900	43	237,0	3
70	0,96341	349	2433,12	9,61	16,942	42	236,7	3
80	0,96691	350	2442,78	9,66	16,984	42	236,4	3
90	0,97042	351	2452,46	9,68	17,026	42	236,1	3
8500	0,97394	352	2462,18	9.72	17,068	43	235,8	3
10	0·97747	353	2471,94	9,76	17,040	42	235,5	3
20	0,98101	354	2481,73	9,79	17,053	43	235,3	2
30	0,98456	355	2491,56	9.83	17,096	43	235,0	3
40	0,98812	356	2501.42	9,86	17,138	42	234,7	3
50	0,99169	357	2511.32	9,90	17,181	43	234,4	3
60	0,99526	357	2521.26	9,94	17,223	42	234,1	3
70	0,99884	358	2531.23	9,97	17,266	43	233,8	3
80	1,00249	359	2541.23	10.00	17,309	43	233,5	3
90	1,00603	360	2551,28	10,05	17.351	43	233.2	3
8600	1,00964	361	2561,36	10 03	17,494	43	232,9	3

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
8600	1,00964	362	2561,36	10,11	17,494	43	232,9	3
10	1,01326	363	2571,47	10,13	17,537	43	232,6	2
20	1,01689	364	2581,62	10,19	17,580	44	232,4	3
30	1,02053	365	2591,81	10,22	17,624	43	232,1	3
40	1,02418	366	2602,03	10,26	17,667	43	231,8	3
50	1,02784	366	2612,29	10,30	17,710	44	231,5	3
60	1,03150	367	2622,59	10,33	17,754	43	231,2	3
70	1,03517	368	2632,92	10,37	17,797	43	230,9	3
80	1,03885	369	2643,29	10,41	17,840	44	230,6	3
90	1,04254		2653,70		17,884		230,3	
8700	1,04624	370	2664,14	10,44	17,927	43	230,0	3
10	1,04995	371	2674,62	10,48	17,971	44	229,7	3
20	1,05367	372	2685,14	10,52	18,015	44	229,5	2
30	1,05740	373	2695,70	10,56	18,058	43	229,2	3
40	1,06114	374	2706,29	10,59	18,102	44	228,9	3
50	1,06489	375	2716,92	10,63	18,145	43	228,6	3
60	1,06865	376	2727,59	10,67	18,189	44	228,3	3
70	1,07242	377	2738,29	10,70	18,233	44	228,0	3
80	1,07620	378	2749,04	10,75	18,277	44	227,7	3
90	1,07998	378	2759,82	10,78	18,321	44	227,5	3
8800	1,08377	379	2770,64	10,82	18,364	43	227,2	3
10	1,08757	380	2781,49	10,85	18,408	44	226,9	3
20	1,09138	381	2792,39	10,90	18,452	44	226,6	3
30	1,09520	382	2803,32	10,93	18,497	45	226,3	3
40	1,09903	383	2814,29	10,97	18,541	44	226,0	3
50	1,10287	384	2825,30	11,01	18,585	44	225,8	2
60	1,10672	385	2836,35	11,05	18,629	44	225,5	3
70	1,11059	387	2847,44	11,09	18,674	45	225,2	3
80	1,11447	388	2858,56	11,12	18,718	44	224,9	3
90	1,11836	389	2869,73	11,17	18,763	45	224,6	3
8900	1,12225	389	2880,93	11,20	18,807	44	224,3	3
10	1,12615	390	2892,17	11,24	18,852	45	224,1	2
20	1,13006	391	2903,45	11,28	18,897	45	223,8	3
30	1,13398	392	2914,77	11,32	18,942	45	223,5	3
40	1,13791	393	2926,13	11,36	18,986	44	223,2	3
50	1,14185	394	2937,53	11,40	19,031	45	222,9	3
60	1,14580	395	2948,97	11,44	19,076	45	222,6	3
70	1,14976	396	2960,45	11,48	19,121	45	222,4	2
80	1,15373	397	2971,96	11,51	19,166	45	222,1	3
90	1,15771	398	2983,52	11,56	19,211	45	221,8	3
9000	1,16171	400	2995,12	11,60	19,256	45	221,5	3

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
9000	1,16471	400	2995,12	11,63	19,256	45	221,5	2
10	1,16871	401	3006,75	11,68	19,301	46	221,3	3
20	1,16972	402	3018,43	11,72	19,347	45	221,0	3
30	1,17374	403	3030,15	11,76	19,392	46	220,7	3
40	1,17777	404	3041,91	11,79	19,438	45	220,4	3
50	1,18181	405	3053,70	11,84	19,483	46	220,1	2
60	1,18586	406	3065,54	11,88	19,529	45	219,9	3
70	1,18992	407	3077,42	11,92	19,574	46	219,6	3
80	1,19399	409	3089,34	11,96	19,620	45	219,3	3
90	1,19808		3101,30		19,665		219,0	
9100	1,20218	410	3113,30	12,00	19,710	45	218,8	2
10	1,20628	410	3125,35	12,05	19,756	46	218,5	3
20	1,21039	411	3137,43	12,08	19,802	46	218,2	3
30	1,21451	412	3149,55	12,12	19,848	46	217,9	3
40	1,21864	413	3161,72	12,17	19,894	46	217,7	2
50	1,22278	414	3173,93	12,21	19,940	46	217,4	3
60	1,22693	415	3186,17	12,24	19,986	46	217,1	3
70	1,23110	417	3198,46	12,29	20,032	46	216,9	2
80	1,23528	418	3210,80	12,34	20,078	46	216,6	3
90	1,23947	419	3223,17	12,37	20,124	46	216,3	3
9200	1,24367	420	3235,59	12,42	20,170	46	216,1	2
10	1,24788	421	3248,04	12,45	20,217	47	215,8	3
20	1,25210	422	3260,54	12,50	20,263	46	215,5	3
30	1,25633	423	3273,09	12,55	20,309	46	215,3	2
40	1,26057	424	3285,67	12,58	20,356	47	215,0	3
50	1,26482	425	3298,30	12,63	20,402	46	214,7	3
60	1,26908	426	3310,97	12,67	20,449	47	214,5	2
70	1,27335	427	3323,68	12,71	20,495	46	214,2	3
80	1,27762	427	3336,43	12,75	20,542	47	213,9	3
90	1,28190	428	3349,23	12,80	20,589	47	213,7	2
9300	1,28620	430	3362,07	12,84	20,636	47	213,4	3
10	1,29051	431	3374,96	12,89	20,684	48	213,2	2
20	1,29483	432	3387,88	12,92	20,731	47	212,9	3
30	1,29916	433	3400,85	12,97	20,778	47	212,6	3
40	1,30350	434	3413,87	13,02	20,825	47	212,4	2
50	1,30785	435	3426,92	13,05	20,872	47	212,1	3
60	1,31222	437	3440,02	13,10	20,919	47	211,9	2
70	1,31660	438	3453,17	13,15	20,966	47	211,6	3
80	1,32099	439	3466,35	13,18	21,013	47	211,4	2
90	1,32539	440	3479,59	13,24	21,060	47	211,1	3
9400	1,32980	441	3492,86	13,27	21,107	47	210,8	3

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
9400	1,32980	442	3492.86	13,32	21,107	48	210 8	2
10	1,33422	443	3506.18	13,37	21,155	47	210,6	3
20	1,33865	444	3519.55	13,41	21,202	48	210,3	2
30	1,34309	445	3532,96	13,45	21,250	48	210,1	3
40	1,34754	446	3546,41	13,50	21,298	48	209,8	3
50	1,35200	447	3559,91	13.54	21,346	48	209,8	2
60	1,35647	448	3573,45	13.59	21,394	48	209,3	3
70	1,36095	449	3587,04	13.63	21,442	48	209,0	2
80	1,36544	450	3600.67	13,67	21,490	47	208,8	3
90	1,36994		3614.34		21,537		208,5	
9500	1,37447	451	3628.07	13.73	21,585	48	208,3	2
10	1,37900	453	3641.83	13.76	21,634	49	208,0	3
20	1,38354	454	3655,65	13,82	21,682	48	207,8	2
30	1,38809	455	3669.50	13,85	21,730	48	207,5	3
40	1,39265	456	3683.41	13,91	21,778	48	207,3	2
50	1,39722	457	3697,36	13,95	21,827	47	207,0	3
60	1,40180	458	3711,35	13.99	21,875	48	206,8	2
70	1,40639	459	3725,39	14.04	21,923	48	206,5	3
80	1,41099	460	3739,48	14.09	21,971	48	206,3	2
90	1,41560	461	3753.61	14,13	22,020	49	206,0	3
9600	1,42022	462	3767,79	14,18	22.068	48	205,8	2
10	1,42486	464	3782.02	14,23	22,117	49	205,5	3
20	1,42951	465	3796,29	14.27	22,166	49	205,3	2
30	1,43417	466	3810.61	14,32	22,215	49	205,0	3
40	1,43884	467	3824.97	14.36	22,264	49	204,8	2
50	1,44352	468	3839,38	14.41	22.312	48	204.5	3
60	1,44821	469	3853,84	14,46	22.361	49	204.3	2
70	1,45292	471	3868,35	14,51	22,410	49	204,0	3
80	1,45764	472	3882,90	14.55	22,459	49	203,8	2
90	1,46237	473	3897,50	14,60	22,508	49	203,5	3
9700	1,46711	474	3912,15	14,65	22,557	49	203,3	3
10	1,47187	476	3926,84	14,69	22,607	50	203,0	3
20	1,47664	477	3941,59	14,75	22,656	49	202,8	2
30	1,48142	478	3956.38	14,79	22,706	50	202,5	3
40	1,48621	479	3971.21	14.83	22,755	49	202,3	2
50	1,49101	480	3986.10	14,89	22,804	49	202,0	3
60	1,49582	481	4001,04	14,94	22,853	49	201,8	2
70	1,50064	482	4016,02	14,98	22,903	50	201,5	3
80	1,50547	483	4031,04	15,02	22,953	50	201,3	2
90	1,51031	484	4046,13	15,09	23,002	49	201,0	3
9800	1,51516	485	4061.25	15.12	23,052	50	200,8	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
9800	1,51516	487	4061,25	15,18	23,052	50	200,8	3
10	1,52003	488	4076,43	15,22	23,102	50	200,5	2
20	1,52491	489	4091,65	15,28	23,152	50	200,3	3
30	1,52980	491	4106,93	15,32	23,202	50	200,0	2
40	1,53471	492	4122,25	15,37	23,252	50	199,8	3
50	1,53963	493	4137,62	15,42	23,302	50	199,5	2
60	1,54456	495	4153,04	15,47	23,352	51	199,3	3
70	1,54951	496	4168,51	15,52	23,403	50	199,0	2
80	1,55447	497	4184,03	15,57	23,453	50	198,8	3
90	1,55944		4199,60		23,503		198,5	
9900	1,56443	499	4215,22	15,62	23,553	50	198,3	2
10	1,56943	500	4230,89	15,67	23,604	51	198,0	3
20	1,57444	501	4246,61	15,72	23,654	50	197,8	2
30	1,57946	502	4262,38	15,77	23,705	51	197,5	3
40	1,58449	503	4278,20	15,82	23,755	50	197,3	2
50	1,58953	504	4294,07	15,87	23,806	51	197,1	2
60	1,59458	505	4309,99	15,92	23,857	51	196,8	3
70	1,59964	506	4325,96	15,97	23,908	51	196,6	2
80	1,60472	508	4341,98	16,02	23,958	50	196,4	2
90	1,60981	509	4358,06	16,08	24,009	51	196,1	3
10000	1,61491	510	4374,18	16,12	24,060	51	195,9	2
10	1,62003	512	4390,35	16,17	24,111	51	195,7	2
20	1,62516	513	4406,58	16,23	24,163	52	195,4	3
30	1,63030	514	4422,86	16,28	24,214	51	195,2	2
40	1,63545	515	4439,19	16,33	24,265	51	194,9	3
50	1,64062	517	4455,57	16,38	24,316	51	194,7	2
60	1,64580	518	4472,00	16,43	24,368	52	194,4	3
70	1,65099	519	4488,48	16,48	24,419	51	194,2	2
80	1,65619	520	4505,02	16,54	24,471	52	194,0	2
90	1,66141	522	4521,61	16,59	24,522	51	193,7	3
10100	1,66664	523	4538,25	16,64	24,574	52	193,5	2
10	1,67189	525	4554,94	16,69	24,626	52	193,2	3
20	1,67715	526	4571,69	16,73	24,678	52	193,0	2
30	1,68242	527	4588,48	16,79	24,730	52	192,7	3
40	1,68770	528	4605,33	16,85	24,781	51	192,5	2
50	1,69300	530	4622,24	16,91	24,833	52	192,3	2
60	1,69831	531	4639,20	16,96	24,885	52	192,0	3
70	1,70363	532	4656,21	17,01	24,937	52	191,8	2
80	1,70896	533	4673,27	17,06	24,989	52	191,6	2
90	1,71431	535	4690,38	17,11	25,041	52	191,3	3
10200	1,71967	536	4707,56	17,18	25,094	53	191,1	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
10200	1,71967	538	4707,55	17,23	25,094	52	191,1	2
10	1,72505	539	4724,78	17,27	25,146	52	190,9	3
20	1,73044	541	4742,05	17,34	25,198	53	190 6	2
30	1,73585	542	4759,39	17,38	25,251	52	190.4	2
40	1,74127	543	4776,77	17,44	25,303	53	190,2	3
50	1,74670	544	4794,21	17,49	25,356	53	189,9	2
60	1,75214	546	4811,70	17,55	25,409	53	189,7	2
70	1,75760	547	4829,25	17,61	25,462	53	189,5	3
80	1,76307	548	4846,86	17,65	25,515	53	189,2	2
90	1,76855		4864,51		25,568		189,0	
10300	1,77404	549	4882,23	17,72	25,621	53	188,8	2
10	1,77955	551	4900,00	17,77	25,675	54	188,5	3
20	1,78507	552	4917,82	17,82	25,728	53	188,3	2
30	1,79061	554	4935,70	17,88	25,781	53	188,1	2
40	1,79616	555	4953,63	17,93	25,834	53	187,8	3
50	1,80172	556	4971,62	17,99	25,888	54	187,6	2
60	1,80730	558	4989,67	18,05	25,941	53	187,4	2
70	1,81289	559	5007,77	18,10	25,994	53	187,1	3
80	1,81850	561	5025,92	18.15	26,047	53	186,9	2
90	1,82412	562	5044,14	18,22	26,100	53	186,7	2
10400	1,82976	564	5062,41	18,27	26,154	54	186,4	3
10	1,83541	565	5080,73	18,32	26,208	54	186,2	2
20	1,84107	566	5099,11	18,38	26,261	53	186,0	2
30	1,84674	567	5117.55	18,44	26,315	54	185,8	2
40	1,85243	569	5136,04	18,49	26,369	54	185,5	3
50	1,85814	571	5154,60	18,56	26,423	54	185,3	2
60	1,86386	572	5173,21	18,61	26,477	54	185,1	2
70	1,86959	573	5191,88	18,67	26,531	54	184,9	2
80	1,87534	575	5210,60	18,72	26,585	54	184,6	3
90	1,88110	576	5229,39	18,79	26,639	54	184,4	2
10500	1,88688	578	5248,23	18,84	26,693	54	184,2	2
10	1,89270	579	5267,12	18,89	26,747	54	184,0	2
20	1,89850	580	5286,08	18,96	26,802	55	183,7	3
30	1,90431	581	5305,09	19,01	26,856	54	183,5	2
40	1,91013	582	5324,17	19,08	26,911	55	183,3	2
50	1,91597	584	5343.30	19,13	26,966	55	183,1	2
60	1,92182	585	5362,49	19,19	27,020	54	182.8	3
70	1,92769	587	5381,73	19,24	27,075	55	182.6	2
80	1,93358	589	5401,04	19,31	27,130	55	182,4	2
90	1,93948	590	5420,40	19,36	27,185	55	182,2	2
10600	1,94540	592	5439,83	19,43	27,240	55	182,0	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
10600	1.94538	593	5439,83	19,48	27,240	55	182.0	2
10	1,95131	594	5459,31	19,54	27,295	55	181,8	3
20	1,95725	595	5478,85	19,61	27,350	56	181,5	2
30	1,96320	597	5498,46	19,66	27,406	55	181,3	2
40	1.96911	598	5518,12	19,72	27,461	55	181,1	2
50	1,97515	600	5537,84	19.78	27,516	55	180.9	2
60	1,98115	601	5557,62	19,84	27,571	55	180,7	2
70	1,98716	603	5577,46	19,91	27,626	55	180,5	3
80	1,99319	605	5597,37	19,96	27,681	56	180,2	2
90	1,99924		5617,33		27.737		180,0	
10700	2.00530	606	5637,35	20,02	27,792	55	179,8	2
10	2,01138	608	5657,43	20,08	27,848	56	179,6	2
20	2,01747	609	5677,58	20,15	27,904	56	179,4	2
30	2,02357	610	5697,78	20,20	27,960	56	179,1	3
40	2,02969	612	5718,05	20,27	28,016	56	178,9	2
50	2,03582	613	5738,38	20,33	28,072	56	178,7	2
60	2,04196	615	5758,77	20,39	28,128	56	178,5	2
70	1,04813	616	5779,22	20,45	28.184	56	178,3	2
80	2,05431	618	5799.73	20,51	28,240	56	178,0	3
90	2,06051	620	5820,30	20,57	28.296	56	177,8	2
10800	2,06672	621	5840,94	20,64	28,352	56	177,6	2
10	2,07295	623	5861,64	20,70	28,408	56	177,4	2
20	2.07919	624	5882,40	20,76	28,465	57	177,2	2
30	2.08544	625	5903,22	20,82	28,521	56	177,0	2
40	2,09171	627	5924,11	20,89	28,578	57	176,7	3
50	2,09800	629	5945,05	20,94	28,634	56	176,5	2
60	2,10430	630	5966,07	21,02	28,691	57	176,3	2
70	2.11062	632	5987,14	21,07	28,748	57	176,1	2
80	2.11695	633	6008,28	21,14	28,805	57	175,8	3
90	2.12330	635	6029,48	21,21	28,862	57	175,6	2
10900	2,12967	637	6050,74	21,26	28,919	57	175,4	2
10	2,13605	638	6072,07	21.33	29,077	58	175,2	2
20	2,14245	640	6093,47	21,40	29,034	57	175,0	2
30	2,14887	642	6114,92	21,45	29,091	57	174,8	2
40	2,15530	643	6136,44	21,52	29,148	57	174,6	2
50	2,16174	644	6158,03	21,59	29,206	58	174,4	2
60	2,16820	646	6179,68	21,65	29,263	57	174,1	3
70	2,17467	647	6201,39	21,71	29,320	57	173,9	2
80	2,18115	648	6223,17	21,78	29.377	57	173,7	2
90	2,18765	650	6245,02	21,85	29,434	57	173,5	2
11000	2,19416	651	6266,92	21,90	29,492	58	173,3	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
11000	2,19416	653	6266,92	21,98	29,492	57	173,3	3
10	2,20069	655	6288,90	22,04	29,549	58	173,0	2
20	2,20724	657	6310,94	22,10	29,607	58	172,8	2
30	2,21381	658	6333,04	22,17	29,665	58	172,6	2
40	2,22039	660	6355,21	22,24	29,723	58	172,4	2
50	2,22699	662	6377,45	22,30	29,781	58	172,2	2
60	2,23361	664	6399,75	22,37	29,839	58	172,0	2
70	2,24025	666	6422,12	22,44	29,897	58	171,8	2
80	2,24691	668	6444,56	22,50	29,955	59	171,6	2
90	2,25359		6467,06		30,014		171,4	
11100	2,26028	669	6489,63	22,57	30,072	58	171,2	2
10	2,26698	670	6512,27	22,64	30,130	58	171,0	2
20	2,27370	672	6534,97	22,70	30,189	59	170,8	2
30	2,28043	673	6557,74	22,77	30,247	58	170,6	2
40	2,28718	675	6580,58	22,84	30,306	59	170,4	2
50	2,29394	676	6603,49	22,91	30,365	59	170,2	2
60	2,30072	678	6626,46	22,97	30,424	59	170,0	2
70	2,30752	680	6649,50	23,04	30,483	59	169,8	2
80	2,31433	681	6672,61	23,11	30,542	59	169,6	2
90	2,32116	683	6695,79	23,18	30,601	59	169,4	2
11200	2,32800	684	6719,03	23,24	30,660	59	169,1	3
10	2,33486	686	6742,35	23,32	30,720	60	168,9	2
20	2,34174	688	6765,73	23,38	30,779	59	168,7	2
30	2,34864	690	6789,18	23,45	30,838	59	168,5	2
40	2,35555	691	6812,70	23,52	30,898	60	168,3	2
50	2,36248	693	6836,29	23,59	30,957	59	168,1	2
60	2,36943	695	6859,95	23,66	31,017	60	167,9	2
70	2,37640	697	6883,68	23,73	31,076	59	167,7	2
80	2,38339	699	6907,48	23,80	31,136	60	167,5	2
90	2,39039	700	6931,35	23,87	31,195	59	167,3	2
11300	2,39741	702	6955,29	23,94	31,255	60	167,0	3
10	2,40445	704	6979,30	24,01	31,315	60	166,8	2
20	2,41151	706	7003,38	24,08	31,375	60	166,6	2
30	2,42858	707	7027,53	24,15	31,435	60	166,4	2
40	2,42567	709	7051,75	24,22	31,495	60	166,2	2
50	2,43278	711	7076,04	24,29	31,555	60	166,0	2
60	2,43971	713	7100,40	24,36	31,616	61	165,8	2
70	2,45705	714	7124,84	24,44	31,676	60	165,6	2
80	2,45421	716	7149,35	24,51	31,736	60	165,4	2
90	2,46139	718	7173,92	24,57	31,796	60	165,2	2
11400	2,46858	719	7198,57	24,65	31,857	61	165,0	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
11400	2,46858	721	7198,57	24,73	31,857	60	165,0	2
10	2,47579	723	7223,30	24,79	31,917	61	164,8	2
20	2,48302	725	7248,09	24,87	32,978	61	164,6	2
30	2,49027	726	7272,96	24,94	31,039	61	164,4	2
40	2,49753	728	7297,90	25,01	32,100	61	164,2	2
50	2,50481	730	7322,91	25,08	32,161	61	164,0	2
60	2,51211	732	7347,99	25,16	32,222	61	163,8	2
70	2,51943	734	7373,15	25,23	32,283	61	163,6	2
80	2,52677	736	7398,38	25,30	32,344	61	163,4	2
90	2,53413		7423,68		32,405		163,2	
11500	2,54150	737	7449,06	25,38	32,467	62	163,0	2
10	2,54889	739	7474,51	25,45	32,528	61	162,8	2
20	2,55629	740	7500,01	25,53	32,589	61	162,6	2
30	2,56371	742	7525,64	25,60	32,651	62	162,4	2
40	2,57115	744	7551,32	25,68	32,712	61	162,2	2
50	2,57861	746	7577,06	25,74	32,774	62	162,0	2
60	2,58609	748	7602,89	25,83	32,835	61	161,8	2
70	2,59359	750	7628,79	25,90	32,897	62	161,6	2
80	2,60112	753	7654,76	25,96	32,959	62	161,4	2
90	2,60866	754	7680,81	26,05	33,021	62	161,2	2
11600	2,61622	756	7706,93	26,12	33,084	63	161,0	2
10	2,62379	757	7733,13	26,20	33,146	62	160,8	2
20	2,63138	759	7759,41	26,28	33,208	62	160,6	2
30	2,63899	761	7785,76	26,35	33,271	63	160,5	1
40	2,64662	763	7812,19	26,43	33,333	62	160,3	2
50	2,65426	764	7838,69	26,50	33,396	63	160,1	2
60	2,66191	765	7865,27	26,58	33,458	62	159,9	2
70	2,66959	768	7891,93	26,66	33,521	63	159,7	2
80	2,67729	770	7918,67	26,74	33,583	62	159,5	2
90	2,68501	772	7945,48	26,81	33,646	63	159,3	2
11700	2,69275	774	7972,37	26,89	33,709	63	159,1	2
10	2,70051	776	7999,33	26,96	33,772	63	158,9	2
20	2,70829	778	8026,38	27,05	33,836	64	158 7	2
30	2,71609	780	8053,50	27,12	33,899	63	158,5	2
40	2,72391	782	8080,70	27,20	33,962	63	158,3	2
50	2,73174	783	8107,98	27,28	34,026	64	158,1	2
60	2,73959	785	8135,33	27,35	34,089	63	157,9	2
70	2,74746	787	8162,77	27,44	34,152	63	157,8	1
80	2,75535	789	8190,28	27,51	34,216	64	157.6	2
90	2,76326	791	8217,88	27,60	34,279	63	157,4	2
11800	2,77119	793	8245,55	27,67	34,342	63	157,2	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
11800	2,77119	795	8245,55	27,75	34,342	63	157,2	2
10	2,77914	797	8273,30	27,83	34,405	64	157,0	2
20	2.78711	799	8301,13	27,91	34,469	63	156,8	2
30	2,79510	801	8329,04	27,99	34,532	64	156,6	2
40	2.80311	803	8357,03	28,07	34,596	64	156,4	2
50	2,81114	805	8385,10	28,16	34,660	64	156,2	2
60	2.81919	807	8413,26	28,23	34,724	65	156,0	2
70	2,82726	809	8441,49	28,31	34,789	64	155,8	2
80	2,83535	810	8469,80	28,39	34,853	64	155,6	2
90	2,84345		8498,19		34,917		155,4	
11900	2,85157	812	8526,67	28,48	34,982	65	155,2	2
10	2.85972	815	8555,23	28,55	35,046	64	155,1	1
20	2,86789	817	8583,86	28,63	35,111	65	154,9	2
30	2,87606	819	8612,58	28,72	35,175	64	154,7	2
40	2,88429	821	8641,39	28,81	35,240	65	154,5	2
50	2,89252	823	8670,27	28,88	35,305	65	154,3	2
60	2,90077	825	8699,24	28,97	35,370	65	154,1	2
70	2,90904	827	8728,29	29,05	35,435	65	153,9	2
80	2,91733	829	8757,42	29,13	35,500	65	153,7	2
90	2.92564	831	8786,63	29,21	35,565	65	153,5	2
12000	2,93396	832	8815,93	29,30	35,630	65	153,3	2
10	2,94231	835	8845,31	29,38	35,696	66	153,1	2
20	2,95068	837	8874,78	29,47	35,761	65	153,0	1
30	2,95907	839	8904,32	29,54	35,826	65	152,8	2
40	2.96748	841	8933,96	29,64	35,892	66	152,6	2
50	2,97591	843	8963.67	29,71	35,957	65	152,4	2
60	2,98436	845	8993,48	29,81	36,023	66	152,2	2
70	2,99284	848	9023,36	29,88	36,088	65	152,0	2
80	3,00134	850	9053,33	29,97	36.154	66	151,9	1
90	3,00986	852	9083,39	30,06	36,220	66	151,7	2
12100	3,01840	854	9113,53	30,14	36,286	66	151,5	2
10	3.02696	856	9143,76	30,23	93,352	66	151,3	2
20	3,03554	858	9174,07	30,31	36,419	67	151,1	2
30	3,04414	860	9204,47	30,40	36.485	66	151,0	1
40	3,05276	862	9234,95	30,48	36.551	66	150,8	2
50	3,06140	864	9265,52	30,57	36,618	67	150,6	2
60	3,07006	866	9296,18	30,66	36,684	66	150,4	2
70	3,07874	868	9326,92	30,74	36,750	66	150,3	1
80	3,08743	869	9357,76	30,84	36.817	67	150,1	2
90	3,09614	871	9388,67	30,91	36,883	66	149,9	2
12200	3,10487	873	9419,68	31,01	36,950	67	159,7	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
12200	3,10487	876	9449,68	34,09	36,950	67	149,7	2
10	3,11363	878	9450,77	34,18	37,017	67	149,5	1
20	3,12241	880	9484,95	34,27	37,084	67	149,4	2
30	3,13121	882	9519,22	34,35	37,151	67	149,2	2
40	3,14003	885	9554,57	34,45	37,218	68	149,0	2
50	3,14888	887	9576,02	34,53	37,286	67	148,8	1
60	3,15775	889	9607,55	34,64	37,353	67	148,7	2
70	3,16664	891	9639,17	34,72	37,420	67	148,5	2
80	3,17555	893	9670,89	34,80	37,487	68	148,3	2
90	3,18448		9701,69		37,555		148,1	
12300	3,19344	896	9734,58	34,89	37,622	67	147,9	2
10	3,20242	898	9766,55	34,97	37,690	68	147,8	1
20	3,21142	900	9798,62	32,07	37,758	68	147,6	2
30	3,22044	902	9830,78	32,16	37,825	67	147,4	2
40	3,22948	904	9863,03	32,25	37,893	68	147,2	2
50	3,23955	907	9895,37	32,34	37,961	68	147,0	2
60	3,24764	909	9927,80	32,43	38,029	68	146,9	1
70	3,25675	911	9960,33	32,53	38,097	68	146,7	2
80	3,26588	913	9992,94	32,61	38,165	68	146,5	2
90	3,27503	915	10025,64	32,70	38,234	69	146,3	2
12400	3,28420	917	10058,44	32,80	38,302	68	146,1	2
10	3,29340	920	10091,33	32,89	38,370	68	146,0	1
20	3,30262	922	10124,31	32,98	38,439	69	145,8	2
30	3,31186	924	10157,38	33,07	38,508	69	145,6	2
40	3,32112	926	10190,54	33,16	38,576	68	145,4	2
50	3,33041	929	10223,80	33,26	38,645	69	145,2	2
60	3,33972	931	10257,15	33,35	38,714	69	145,1	1
70	3,34906	934	10290,60	33,45	38,783	69	144,9	2
80	3,35842	936	10324,13	33,53	38,852	69	144,7	2
90	3,36780	938	10357,77	33,64	38,921	69	144,5	2
12500	3,37721	941	10391,49	33,72	38,991	70	144,3	2
10	3,38664	943	10425,31	33,82	39,060	69	144,1	2
20	3,39609	945	10459,22	33,91	39,129	69	144,0	1
30	3,40556	947	10493,23	34,01	39,199	70	143,8	2
40	3,41505	949	10527,33	34,10	39,268	69	143,6	2
50	3,42457	952	10561,53	34,20	39,338	70	143,5	1
60	3,43410	953	10595,83	34,30	39,407	69	143,3	2
70	3,44366	956	10630,21	34,38	39,477	70	143,1	2
80	3,45324	958	10664,20	34,49	39,547	70	143,0	1
90	3,46284	960	10699,28	34,58	39,617	70	142,8	2
12600	3,47247	963	10733,96	34,68	39,687	70	142,6	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
12600	3,47147	965	10733,96	34,77	39.687	71	142,6	1
10	3,48212	967	10768,73	34,87	39,758	70	142,5	2
20	3,49179	969	10803,60	34,96	39,828	70	142,3	2
30	3,50148	972	10838,56	35,07	39,898	70	142,1	1
40	3,51119	974	10873,63	35,16	39,968	71	142,0	2
50	3,52093	977	10908,79	35,26	40,039	70	141,8	2
60	3 53070	979	10944,05	35,35	40,109	71	141,6	1
70	3,54049	981	10979,40	35,46	40,180	70	141,5	2
80	3.55030	984	11014,86	35.55	40,250	71	141,3	2
90	3.56014		11050,41		40,321		141,1	
12700	3.57000	986	11086,06	35,65	40,392	71	141,0	1
10	3,57989	989	11121,81	35,75	40,463	71	140,8	2
20	3,58980	991	11157,66	35,85	40,534	71	140,6	2
30	3.59973	993	11193,60	35,94	40,605	71	140,5	1
40	3,60969	996	11229,65	36.05	40,677	72	140,3	2
50	3,61967	998	11265,80	36,15	40,748	71	140,1	2
60	3.62967	1000	11302,04	36,24	40.819	71	140,0	1
70	3,63969	1002	11338,39	36,35	40,891	72	139,8	2
80	3,64973	1004	11374,84	36,45	40,962	71	139,6	2
90	3,65980	1007	11411,39	36,55	40,034	72	139,5	1
12800	3.66989	1009	11448,03	36,64	41,106	72	139,3	2
10	3,68001	1012	11484,78	36,75	41,178	72	139,1	2
20	3,69015	1014	11521,64	36,86	41,250	72	139,0	1
30	3,70032	1017	11558,59	36,95	41,322	72	138,8	2
40	3,71051	1019	11595,64	37.05	41,395	73	138,6	2
50	3,72073	1022	11632,80	37,16	41,467	72	138,4	2
60	3.73098	1025	11670,06	37,26	41,539	72	138,3	1
70	3,74126	1028	11707,42	37.36	41,611	72	138,1	2
80	3,75156	1030	11744,88	37,46	41,684	73	137,9	2
90	3,76189	1033	11782,45	37.57	41,756	72	137,7	2
12900	3,77225	1036	11820,12	37,67	41,829	73	137,6	1
10	3,87263	1038	11857,89	37,77	41,901	73	137,4	2
20	3,79303	1040	11895,77	37,88	41,974	73	137,2	2
30	3.80346	1043	11933,76	37,99	42 047	73	137,1	1
40	3,81391	1045	11971,84	38,08	42,120	73	136.9	2
50	3,82439	1048	12010,03	38,19	42,193	73	136,7	2
60	3,83489	1050	12048 33	38,30	42,267	74	136,5	2
70	3,84542	1053	12086,73	38,40	42,340	73	136,4	1
80	3,85597	1055	12125,24	38,51	42.413	73	136,2	2
90	3,86655	1058	12163,85	38,61	42,486	73	136,0	2
13000	3.87716	1061	12202 57	38.72	42 560	74	135,9	1

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
13000	3,8772	106	12202,6	38,8	42,560	74	135,9	2
10	3,8878	107	12241,4	38,9	42.634	74	135,7	2
20	3,8985	107	12280,3	39,1	42,708	74	135,5	1
30	3,9092	108	12319,4	39,1	42,782	74	135.4	2
40	3,9200	107	12358,5	39.3	42.856	74	135,2	1
50	3,9307	108	12397,8	39,3	42,930	74	135,1	2
60	3,9415	107	12139,7	39,5	43,004	73	134,9	2
70	3,9522	108	12476,6	39,6	43,077	74	134.7	2
80	3,9630	108	12516,2	39,7	43,151	74	134,5	1
90	3,9738		12555,9		43,225		134,4	
13100	3,9846	108	12595,6	39,7	43,300	75	134,2	2
10	3,9955	109	12635,5	39,9	43,374	74	134,0	2
20	4,0064	109	12675,6	40,1	43,449	75	133,9	1
30	4,0174	110	12715,7	40,1	43,524	75	133,7	2
40	4,0283	109	12755,9	40,2	43,599	75	133,6	1
50	4,0393	110	12796,2	40,3	43.673	74	133,4	2
60	4,0503	110	12836,7	40,3	43,748	75	133,3	1
70	4,0614	111	12877,2	40.5	43,823	75	133,1	2
80	4,0725	111	12917,9	40,7	43,898	75	133,0	1
90	4,0836	111	12958,7	40,8	43,973	75	132 9	1
13200	4,0948	112	12999,6	40,9	44,049	76	132,7	2
10	4,1060	112	13040,6	41,0	44.124	75	132,5	2
20	4,1172	112	13081,7	41,1	44.200	76	132,4	1
30	4,1285	113	13122,9	41,2	44,275	75	132,2	2
40	4,1397	112	13164,3	41,4	44,351	76	132,0	2
50	4,1510	113	13205,7	41,4	44,427	76	131.9	1
60	4,1612	112	13247,3	41,6	44,503	76	131,7	2
70	4.1735	113	13289,0	41,7	44,579	76	131,6	1
80	4,1848	113	13330,8	41,8	44,655	76	131.4	2
90	4,1962	114	13372.7	41,9	44,731	76	131,3	1
13300	4,2076	114	13414,7	42,0	44,807	76	131,1	2
10	4,2190	114	13456,8	42,1	44,884	77	131,0	1
20	4,2305	115	13499,1	42,3	44,960	76	130,8	2
30	4,2419	114	13541,4	42,3	45.036	76	130,6	2
40	4.2534	115	13583,9	42,5	45,113	77	130,4	2
50	4,2649	115	13626,5	42,6	45,190	77	130,3	1
60	4,2765	116	13669,2	42,7	45,267	77	130,1	2
70	4,2881	116	13712,0	42,8	45,344	77	129,9	2
80	4,2998	117	13755,0	43,0	45,421	77	129,8	1
90	4,3114	116	13798,0	43,0	45,498	77	129,6	2
13400	4,3231	117	13841,2	43,2	45,575	77	129,4	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
13400	4,3231	117	13841,2	43,3	45.575	78	129,4	1
10	4,3348	117	13884,5	43,4	45,653	78	129.3	2
20	4,3465	118	13927,9	43,5	45,730	77	129,1	1
30	4,3583	118	13971,4	43.7	45.807	78	129,0	2
40	4.3701	118	14015,1	43,7	45,885	77	128,8	2
50	4,3819	119	14058,8	43,9	45,962	78	128,6	1
60	4,3938	119	14102,7	44,0	46,040	78	128,5	2
70	4,4057	119	14146,7	44,1	46,118	78	128,3	1
80	4,4176	120	14190,8	44.3	46,196	78	128,2	2
90	4,4296		14235,1		46,274		128,0	
13500	4.4416	120	14279,4	44.3	46,352	78	127,9	1
10	4,4536	120	14323,9	44,5	46,431	79	127,7	2
20	4.4657	121	14368,5	44,6	46,509	78	127,6	1
30	4.4778	121	14413,2	44,7	46,587	78	127,4	2
40	4.4899	121	14458,0	44,8	46,665	78	127,3	1
50	4,5020	121	14503,0	45,0	46,744	79	127,1	2
60	4,5142	122	14548,1	45,1	46,822	78	127,0	1
70	4,5263	121	14593,3	45,2	46,901	79	126,8	2
80	4,5385	122	14638,6	45,3	46,980	79	126,6	2
90	4,5507	122	14684,0	45,4	47,059	79	126,5	1
13600	4,5629	122	14729,6	45,6	47,138	79	126,3	2
10	4,5752	123	14775,3	45.7	47.218	80	126,2	1
20	4,5875	123	14821,1	45,8	47.297	79	126,0	2
30	4,5998	123	14867,1	46,0	47,376	79	125,9	1
40	4,6122	124	14913,1	46,0	47.456	80	125,7	2
50	4,6246	124	14959,3	46,2	47,535	79	125,6	1
60	4,6370	124	15005,6	46,3	47,615	80	125,4	2
70	4,6495	125	15052,0	46,4	47,695	80	125,3	1
80	4,6620	125	15098,6	46 6	47.775	80	125,2	1
90	4,6746	126	15145.3	46,7	47.855	80	125,0	2
13700	4.6872	126	15192.1	46.8	47,935	80	124,9	1
10	4.6998	126	15239.0	46,9	48,016	81	124,7	2
20	4,7125	127	152 6,1	47.1	48,096	80	124,6	1
30	4,7252	127	15333,3	47,2	48,176	80	124,4	2
40	4,7379	127	15380,6	47.3	48,257	81	124,3	1
50	4,7506	127	15428,0	47,4	48.337	80	124,1	2
60	4,7634	128	15475,6	47,6	48,418	81	124,0	1
70	4,7761	127	15523,3	47.7	48.498	80	123.8	2
80	4,7889	128	15571,1	47,8	48.579	81	123.7	1
90	4,8017	128	15619,1	48,0	48,659	80	123,5	2
13800	4,8145	128	15667.2	48,1	48,740	81	123,4	1

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
13800	4,8145	129	15667,2	48,2	48,740	81	123,4	2
10	4,8274	129	15715,4	48,3	48,821	81	123,2	1
20	4.8403	130	15763,7	48,5	48,902	81	123,1	2
30	4,8533	130	15812,2	48,6	48,983	82	122,9	1
40	4,8663	131	15860,8	48,7	49,065	81	122,8	2
50	4,8794	130	15909,5	48,9	49,146	82	122,6	1
60	4,8924	131	15958,4	49,0	49,228	82	122,5	2
70	4,9055	131	6100 4	49,4	49,310	82	122,3	1
80	4,9186	132	16056,5	49,2	49,392	82	122,2	2
90	4,9318		16105,7		49,474		122,0	
13900	4,9450	132	16155,1	49,4	49,556	82	121,9	1
10	4,9582	132	16204,6	49,5	49,639	83	121,7	2
20	4,9815	133	16254,3	49,7	49,721	82	121,6	1
30	4,9848	133	16304,1	49,8	49,803	82	121,4	2
40	4,9982	134	16354,0	49,9	49,886	83	121,3	1
50	5,0115	133	16404,0	50,0	49,968	82	121,1	2
60	5,0249	134	16154,2	50,2	50,051	83	121,0	1
70	5,0383	134	16504,5	50,3	50,133	82	120,8	2
80	5,0517	134	16555,0	50,5	50,216	83	120.7	1
90	5,0652	135	16605,6	50,6	50,298	82	120 5	2
14000	5,0787	135	16656,3	50,7	50,381	83	120,4	1
10	5,0922	135	16707,1	50,8	50,464	83	120,2	2
20	5,1058	136	16758,1	51,0	50,547	83	120,1	1
30	5,1194	136	16809,2	51,1	50,631	84	120.0	1
40	5,1331	137	16860,5	51,3	50,714	83	119,8	2
50	5,1468	137	16911,9	51,4	50,798	84	119,7	1
60	5,1605	137	16963,4	51,5	50,881	83	119,5	2
70	5,1743	138	17015,1	51,7	50,965	84	119,4	1
80	5,1880	137	17066,9	51,8	51,049	84	119,2	2
90	5,2018	138	17118,9	52,0	51,133	84	119,1	1
14100	5,2156	138	17171.0	52,1	51.217	84	119,0	1
10	5,2295	139	17223,2	52,2	51,302	85	118,8	2
20	5.2434	139	17275,6	52,4	51,386	84	118,7	1
30	5,2573	139	17328,1	52,5	51,470	84	118,5	2
40	5,2713	140	17380,7	52,6	51,555	85	118,4	1
50	5,2853	140	17433,5	52,8	51,639	84	118,2	2
60	5,2993	140	17486,4	52,9	51,723	84	118,1	1
70	5,3134	141	17539,5	53,1	51,808	85	117,9	2
80	5,3275	141	17592,7	53,2	51,893	85	117,8	1
90	5,3417	142	17646,0	53,3	51,978	85	117,7	1
14200	5,3559	142	17699.5	53,5	52,063	85	117,5	2

D	J	Diff	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
14200	5,3539	142	17699,5	53,6	52,063	86	117,5	1
10	5,3701	143	17753,1	53,8	52,149	85	117,4	2
20	5,3844	142	17806,9	53,9	52.235	85	117,2	1
30	5.3986	143	17860,8	54,1	52,319	86	117,1	1
40	5,4129	144	17914,9	54,2	52.405	85	117,0	2
50	5,4273	144	17969,1	54,3	52,490	86	116,3	1
60	5,4417	145	18023,4	54,5	52,576	85	116,7	2
70	5,4562	144	18077,9	54,6	52,661	86	116,5	1
80	5,4706	145	18132,5	54,8	52.747	86	116,4	2
90	5,4851		18187,3		52,833		116,2	
14300	5.4996	145	18242,2	54,9	52,919	86	116,1	1
10	5,5142	146	18297,3	55,1	53,006	87	115,9	2
20	5,5288	146	18352,5	55,2	53,092	86	115,8	1
30	5,5435	147	18407,9	55,4	53,178	86	115,7	1
40	5,5581	146	18463,4	55,5	53,265	87	115.5	2
50	5,5728	147	18519,1	55,7	53,351	86	115,4	1
60	5,5875	147	18574,9	55,8	53,438	87	115,2	2
70	5,6023	148	18630,8	55,9	53,524	86	115,1	1
80	5,6171	148	18686,9	56,1	53,611	87	115,0	1
90	5 6320	148	18743,1	56,2	53,698	87	114,8	2
14400	5,6469	149	18799,5	56,4	53,785	87	114,7	1
10	5.6618	149	18856,1	56,6	53,873	88	114,5	2
20	5,6768	150	18912,8	56,7	53.960	87	114,4	1
30	5.6918	150	18969,6	56,8	54,048	88	114,3	1
40	5,7069	151	19026.6	57,0	54,136	88	114,1	2
50	5,7220	151	19083,8	57,2	54,224	88	114,0	1
60	5,7371	151	19141,1	57,3	54 311	87	113,9	1
70	5.7523	152	19198,5	57,4	54,399	88	113,7	2
80	5.7674	151	19256,1	57,6	54,487	88	113,6	1
90	5,7826	152	19313,9	57,8	54,575	88	113,5	1
14500	5,7978	152	19371 8	57,9	54,663	88	113,3	2
10	5,8131	153	19429,8	58.0	54,752	89	113,2	1
20	5,8284	153	19488,0	58,2	54,840	88	113,1	1
30	5.8438	154	19546,4	58,4	54,929	89	112,9	2
40	5.8592	154	19604,9	58,5	55,017	88	112,8	1
50	5,8747	155	19663,6	58,7	55,106	89	112,6	2
60	5,8901	154	19722,4	58,8	55,195	89	112,5	1
70	5,9056	155	19781,4	59,0	55,284	89	112,4	1
80	5,9212	156	19840,5	59,1	55,373	89	112,2	2
90	5,9368	156	19899,8	59,3	55,461	88	212,1	1
14600	5,9524	156	19959,2	59,4	55,550	89	112,0	1

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
14800	5,9524	157	19959,2	59,6	55,550	89	112,0	2
10	5.9681	157	20018,8	59.8	55.639	90	111,8	1
20	5.9838	158	20078,6	59,9	55.729	89	111,7	2
30	5.9996	157	20138,5	60.1	55.818	90	111.5	1
40	6,0153	158	20198,6	60,2	55,908	90	111.4	1
50	6,0311	158	20259.8	60,4	55,998	90	111,3	2
60	6,0469	159	20319,2	60,6	56.088	90	111,1	1
70	6,0628	159	20379,8	60,7	56.178	90	111,0	1
80	6.0787	160	20440,5	60.8	56.268	90	110,9	2
90	6,0947		20501.3		56.358		110,7	
14700	6,1106	159	20562,4	61,1	56,449	91	110,6	1
10	6,1266	160	20623.5	61,1	56,539	90	110,5	1
20	6.1427	161	20684.9	61,4	56,629	90	110,4	1
30	6,1588	161	20746,4	61,5	56.720	91	110,2	2
40	6.1750	162	20808,1	61,7	56,810	90	110,1	1
50	6,1912	162	20869,9	61,8	56,901	91	110.0	1
60	6,2074	162	20931.9	62,0	56,992	91	109.8	2
70	6,2231	163	20994,0	62,1	57,083	91	109,7	1
80	6,2100	163	21056,4	62,4	57,174	91	109,6	1
90	6,2563	163	21118,8	62,4	57,266	92	109,4	2
14800	6,2727	164	21181,5	62,7	57,358	91	109,3	1
10	6,2891	164	21244,3	62,8	57,449	91	109,2	1
20	6.3055	164	21307,3	63,0	57,541	92	109,1	1
30	6,3220	165	21370,4	63.1	57,633	92	108,9	2
40	6,3385	165	21433.7	63,3	57,723	92	108,8	1
50	6,3551	166	21497.2	63 5	57,816	91	108,7	1
60	6,3718	167	21560,8	63.6	57,908	92	108,5	2
70	6,3885	167	21624.6	63.8	58,000	92	108,4	1
80	6,4053	168	21688,6	64,0	58,092	92	108,3	1
90	6,4220	167	21752,7	64,1	58.184	92	108,1	2
14900	6,4388	168	21817,0	64,3	58,277	93	108,0	1
10	9,4557	169	21881,5	64.5	38.369	92	107,9	1
20	6,4726	169	21946,1	64,6	58,461	92	107,7	2
30	6.4896	170	22011,0	64,9	58,554	93	107,6	1
40	6,5065	169	22075,9	64,9	58,646	92	107,5	1
50	6,5235	170	22141,1	65,2	58,739	93	107,4	1
60	6.5405	170	22206,4	65.3	28,832	93	107,2	2
70	6,5576	171	22271,9	65,5	58,926	94	107,1	1
80	6,5747	171	22337,6	65.7	59,020	94	107,0	1
90	6,5919	172	22403,4	65,8	59,114	94	106,8	2
15000	6,6091	172	22469,4	66,0	59,209	95	106,7	1

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
15000	6,6094	173	22469.4	66,2	59,209	94	106,7	2
10	6,6264	173	22535.6	66,3	59,303	94	106,5	1
20	6,6437	173	22601,9	66,5	59,397	95	106,4	1
30	6,6610	174	22668,4	66,7	59,492	94	106,3	2
40	6,6784	174	22735.1	66,9	59,586	94	106,1	1
50	6,6958	175	22802,0	67,1	59,680	94	106,0	1
60	6,7133	175	22869.1	67,2	59,774	94	105,9	2
70	6,7308	176	22936,3	67,4	59,868	95	105,7	1
80	6,7484	176	23003,7	67,6	59,963	94	105.6	1
90	6,7660		23071.3		60,057		105.5	
15100	6,7837	177	23139,0	67,7	60,152	95	105,3	2
10	6,8014	177	23206,9	67,9	60,247	95	105,2	1
20	6,8192	178	23275,0	68,1	60,342	95	105,1	1
30	6,8370	178	23343,3	68,3	60,437	95	105,0	1
40	6,8548	178	23411 8	68,5	60,533	96	104,8	2
50	6,8727	179	23480.4	68,6	60,628	95	104.7	1
60	6,8906	179	23549.2	68,8	60,724	96	104,6	1
70	6,9085	179	23618.2	69.0	60.819	95	104,5	1
80	6,9265	180	23687,4	69,2	60,915	96	104,3	1
90	6,9445	180	23756,7	69,3	61,011	96	104,2	1
15200	6.9626	181	23826,3	69.6	61,107	96	104.1	1
10	6,9807	181	23895,0	69.7	61,203	96	104,0	1
20	6,9989	182	23965,9	69.9	61,299	96	103,8	2
30	7,0171	182	24036,0	70,1	61,395	96	103,7	1
40	7,0353	182	24106.2	70,2	61,492	97	103,6	1
50	7,0536	183	24176,7	70,5	61,589	97	103,5	1
60	7,0719	183	24247,3	70,6	61,685	96	103,3	2
70	7,0903	184	24318,1	70,8	61.782	97	103,2	1
80	7,1087	184	24389,1	71,0	61,879	97	103,1	1
90	7.1272	185	24460,3	71.2	61,976	97	103,0	1
15300	7.1457	185	24531,7	71,4	62,073	97	102,8	2
10	7.1643	186	24603.2	71 5	62.171	98	102.7	1
20	7,1829	186	24674,9	71,7	62,269	98	102,6	1
30	7,2016	187	24746,9	72,0	62.366	97	102.5	1
40	7,2203	187	24819,0	72.1	62,464	98	102.4	1
50	7,2391	188	24891,3	72 3	62,562	98	102 2	2
60	7,2579	188	24963,8	72.5	62,660	98	102,1	1
70	7,2767	188	25036,4	72,6	62.757	97	102,0	1
80	7,2956	189	25109,3	72,9	62.855	98	101.9	1
90	7.3145	189	25182,3	73,0	62 953	98	101,8	1
15400	7,3335	190	25255.6	73.3	63,052	99	101,6	2

D	J	Diff.	A	Diff.	T	Diff.	u	Diff.
15400	7,3335	190	25255,6	73,4	63,052	99	101,6	1
10	7,3525	190	25329,0	73,6	63,151	99	101,5	1
20	7,3715	191	25402,6	73,8	63,250	99	101,4	1
30	7,3906	192	25476,4	74,0	63,349	99	101,3	1
40	7,4098	192	25550,4	74,2	63,448	99	101,2	2
50	7,4290	193	25624,6	74,4	63,547	100	101,0	1
60	7,4483	193	25699,0	74,6	63,647	99	100,9	1
70	7,4676	193	25773,6	74,8	63,746	99	100,8	1
80	7,4869	194	25848,4	74,9	63,845	99	100,7	1
90	7,5063		25923,3		63,944		100,6	
15500	7,5257	194	25998,5	75,2	64,044	100	100,4	2
10	7,5452	195	26073,9	75,4	64,144	100	100,3	1
20	7,5647	195	26149,4	75,5	64,244	100	100,2	1
30	7,5843	196	26225,2	75,8	64,344	100	100,1	1
40	7,6039	196	26301,1	75,9	64,444	100	99,9	2
50	7,6236	197	26377,2	76,1	64,544	100	99,8	1
60	7,6433	197	26453,6	76,4	64,645	101	99,7	1
70	7,6631	198	26530,1	76,5	64,745	100	99,6	1
80	7,6829	198	26606,8	76,7	64,845	100	99,5	1
90	7,7028	199	26683,8	77,0	64,945	100	99,3	2
15600	7,7227	199	26760,9	77,1	65,046	101	99,2	1
10	7,7427	200	26838,2	77,3	65,147	101	99,1	1
20	7,7627	200	26915,7	77,5	65,248	101	99,0	1
30	7,7828	201	26993,5	77,8	65,349	101	98,9	1
40	7,8029	201	27071,4	77,9	65,451	102	98,7	2
50	7,8230	201	27149,5	78,1	65,552	101	98,6	1
60	7,8432	202	27227,9	78,4	65,654	102	98,5	1
70	7,8634	202	27306,4	78,5	65,755	101	98,4	1
80	7,8837	203	27385,1	78,7	65,856	101	98,3	1
90	7,9040	203	27464,1	79,0	65,958	102	98,2	1
15700	7,9244	204	27543,2	79,1	66,060	102	98,1	1
10	7,9448	204	27622,5	79,3	66,162	102	97,9	2
20	7,9653	205	27702,1	79,6	66,264	102	97,8	1
30	7,9858	205	27781,9	79,8	66,367	103	97,7	1
40	8,0064	206	27861,8	79,9	66,469	102	97,6	1
50	8,0270	206	27942,0	80,2	66,572	103	97,5	1
60	8,0477	207	28022,4	80,4	66,674	102	97,4	1
70	8,0684	207	28102,9	80,5	66,777	103	97,2	2
80	8,0891	207	28183,7	80,8	66,879	102	97,1	1
90	8,1099	208	28264,7	81,0	66,982	103	97,0	1
15800	8,1307	208	28345,9	81,2	67,085	103	96,9	1

DIFESA DELLE PIAZZE

LE POSIZIONI AVANZATE

SECONDO LE IDEE PREVALENTI IN FRANCIA ED IN GERMANIA

I.

È noto che nelle alte sfere militari germaniche, e più specialmente fra gli elevati ufficiali di artiglieria, prevale ora l'opinione che, nella guerra d'assedio, la difesa debba concentrare *tutte* le sue energie sopra un'unica linea di resistenza, — quella delle opere staccate, — rafforzata, ben'inteso, da batterie d'intervallo.

Epperò i tedeschi avrebbero pochissima fede nella pratica utilità delle posizioni avanzate.

Si pensa anzi, in Germania, che gravissimo errore sarebbe quello d'impegnare batterie pesanti, eseguire lavori, consumare materiali per organizzare una linea di posizioni avanzate, al di là della cerchia dei forti, anche perchè non sempre si avrebbero forze sufficienti da impiegarvi nel caso (da ritenersi normale) in cui l'attaccante si avanzasse da più direzioni ad un tempo.

Per costringere il nemico a fermarsi, a stabilire a distanza i suoi parchi e le sue prime batterie basta il cannone lungo da 15 con la sua grande gittata (più di 10 000 *m*).

Sol quando il nemico fosse costretto, per qualsiasi motivo, ad avanzare sopra un'unica direttrice, potrebbe convenire alla difesa di organizzare, *su quella direttrice*, qualche centro di resistenza avanzata.

Questo, in sostanza, è l'ordine d'idee prevalenti in Germania. — Com'è facile rilevare, esso è in perfetta antitesi

con quello che prevale in Francia, dove l'organizzazione di posizioni esterne, da 2 a 3 *km* al di là della linea dei forti, non solamente è consigliata, ma anche prescritta da Istruzioni regolamentari. Secondo queste Istruzioni le operazioni destinate ad arrestare le avanguardie nemiche e a ritardare l'investimento non differiscono, è vero, da quelle che eseguono le truppe in campagna: purtuttavia nell' organizzare la difesa si dovrà tener conto dei lavori destinati a rafforzare le posizioni, sulle quali la guarnigione dovrà, verosimilmente, lottare durante questo primo periodo dell'assedio. Si dovranno cioè mettere in istato di difesa i villaggi, le cascine, e specialmente i boschi, che comandano le comunicazioni più importanti.

In condizioni analoghe si metteranno i ripari naturali od artificiali, che offre il terreno fino a 2000 o 3000 *m* al di là dei forti, in modo da preparare delle *posizioni successive* di resistenza esterna.

La guarnigione, protetta dall'artiglieria retrostante, dovrà resistere in tali posizioni il maggior tempo possibile, purchè non ne siano compromesse le ulteriori operazioni della difesa.

Il suaccennato modo di concepire la difesa del terreno esterno e l'ordinamento di una linea di difesa avanzata è del resto confermato da varie pubblicazioni francesi, dal complesso delle quali rilevasi come il dramma completo dell'assedio, secondo le idee dei nostri vicini, dovrebbe svolgersi sopra non meno di sette linee e posizioni successive e cioè:

— *al di là della cerchia dei forti*: due linee di resistenza avanzata;

— la linea dei forti.

Quindi, *fra la linea dei forti ed il nucleo*:

— una prima linea di resistenza intermedia;

— una seconda linea analoga a quella dei forti.

Finalmente:

— il corpo di piazza;

— ed un ridotto estremo, che il difensore potrà costituirsi nelle opere di uno dei settori non attaccati.

Sebbene l'ordinamento di linee avanzate ed intermedie debba intendersi applicato in tutta la sua estensione soltanto sui fronti di probabile attacco, è evidente che la preparazione di tante successive linee di resistenza oltre quelle esistenti dei forti e del corpo di piazza), esigerebbe un grandissimo numero di braccia, un tempo considerevole, materiali svariati ed in quantità enorme, senza dire delle maggiori forze che dovrebbero costituire la riserva mobile, perchè questa fosse proporzionata allo sviluppo immenso della linea più esterna ed al presumibile maggior logorìo delle forze stesse.

Prendiamo ad esempio una piazza dello sviluppo di 44 *km* circa (misurati sulla cerchia dei forti) e divisa in sette settori, dei quali tre solamente siano supposti attaccabili e su questi tre debba pertanto essere applicato l'ordinamento difensivo sovraccennato. La linea di posizioni avanzate (da 2 a 3 *km* dai forti) avrebbe uno sviluppo di circa 26 *km*, come è dimostrato nell'annesso schizzo N. 1, e su tale sviluppo dovrebbero, — secondo le idee francesi, — essere organizzate non meno di 16 a 19 posizioni esterne (borgate, cascinali, boschi, ecc., messi in istato di difesa).

È dunque legittima la reazione che avviene in Germania contro un ordinamento così concepito. Se non che, come ogni altra reazione, essa non si arresta al giusto punto, — così almeno ci pare, — di guisa chè, per isfuggire ad una esagerazione, conduce forse all'esagerazione contraria.

Ed invero se, da un lato, la dispersione delle forze e dei mezzi non può non nuocere all'intensità e all'efficacia della difesa, sarebbe, dall'altro, un venir meno ad un preciso dovere il trascurare quel tanto di ragionevole e di utile che può contribuire a far meglio raggiungere gli scopi della difesa; val quanto dire a costringere il nemico:

a distrarre la maggior quantità possibile di forze dell'esercito di campagna;

a dare un più ampio sviluppo alle proprie linee;

a ritardare i suoi impianti;

ad iniziare il duello di artiglieria alle maggiori distanze;

a fare successivi spostamenti delle sue batterie;

ad esaurirsi insomma in maggiori e più prolungati sforzi; a subire maggiori perdite; a consumare un tempo più lungo.

II.

A modesto avviso di chi scrive, converrà dunque tenersi ugualmente lontani dai due contrari eccessi: non accettare integralmente, ma neanche integralmente respingere l'ordinamento delle posizioni avanzate della scuola francese.

La difesa del terreno esterno va considerata nelle sue due fasi caratteristiche: quella delle operazioni di campagna intese a contrastare al nemico il primo investimento e quella in cui, mercè l'appoggio di centri di resistenza avanzata e sotto l'efficace protezione del cannone dei forti, la riserva mobile dovrà turbare e rallentare gl'impianti dell'assalitore ed impedire che questo stringa troppo davvicino la piazza.

Intorno alla prima fase si può ammettere la possibilità che il difensore, — se è bene informato della distribuzione delle forze nemiche, — le attacchi e le vinca separatamente su qualche punto determinato. Ma ciò non sarà possibile che ad una condizione: — che la riserva mobile della difesa non sia disseminata. Come potrebbe, altrimenti, avere la superiorità numerica su questa o quella frazione delle forze nemiche? — È anzi da raccomandare che il difensore agisca con grande prudenza, perchè l'attaccante, trovandosi a fronte di un vasto campo trincerato e comprendendo tutte le difficoltà di stringere ed attaccare le linee nemiche, farà sicuramente quanto è possibile per attirare il difensore fuori di queste linee, con che potrebbe sperar di risolvere il problema dell'espugnazione nel campo della grande tattica.

Non bisogna perciò esagerare il concetto della difesa attiva, estendendo di troppo il raggio d'azione d'una piazza: giova invece tener presente che con le distanze crescono i rischi pei reparti impegnati all'esterno, mentre importa ser-

bare, possibilmente, integre le risorse della difesa pei momenti di maggiore bisogno.

Così del pari; riguardo alla seconda fase — (la resistenza da posizioni esterne opportunamente organizzate) — si può bensì ammettere, in linea generale, che da tali posizioni le riserve mobili abbiano da riprendere una serie di operazioni offensive (*grandi sortite*) per sorprendere il nemico, disturbarne gl'impianti, impedire o quanto meno ritardare lo stabilimento delle sue batterie ecc., ma si deve pure avvertire che assolutamente è da evitarsi qualunque impresa sproporzionata ai mezzi disponibili.

Non si può quindi accettare, senza riserve, l'ordine d'idee prevalenti in Francia, giacchè se le forze mobili assegnate alla piazza dovessero difendere tutta una linea di posizioni esterne concentrica alla linea dei forti, anzichè gli interessi della difesa si farebbero quelli dell'assalitore, il quale non avrebbe più a temere alcuna seria operazione offensiva da parte di un avversario troppo disseminato e perciò necessariamente debole su tutti i punti.

Sarebbe pertanto un errore il distribuire la riserva mobile fra numerosi punti sparsi lungo il perimetro del campo trincerato, poichè la si porrebbe nell'impossibilità di compiere l'ufficio al quale è destinata.

E qui torna opportuno il ricordare come l'occupazione di posizioni avanzate non serva contro il blocco, ma bensì contro l'assedio regolare, di guisa che *può e deve limitarsi al settore di attacco*. Nel blocco l'attaccante non ha interesse di avvicinarsi troppo ai forti, dai quali preferirà anzi di tenersi piuttosto lontano, se anche la difesa non occupi delle posizioni avanzate.

Invece, nel caso di assedio regolare, l'organizzazione di tali posizioni « limitatamente all'ampiezza del settore d'attacco » sarà utilissima, poichè in quel settore si dovranno fare i massimi sforzi, e l'appoggio, che pochi e ben situati centri di resistenza daranno alle riserve mobili, non potrà non contribuire efficacemente al vigore della difesa e conseguentemente a prolungare la durata della resistenza.

Se il settore d'attacco può essere anticipatamente conosciuto, sia per sicure informazioni, sia perchè non sarebbe assolutamente possibile al nemico fare una scelta diversa, la difesa predisporrà ogni cosa in tempo utile. Nel caso contrario, essa aspetterà di essere illuminata sulle vere intenzioni del nemico (il che praticamente è assai meno difficile di quel che si crede), e quindi, con una sortita in massa sul settore d'attacco, costringerà l'avversario ad arretrare le sue linee e si stabilirà solidamente sul terreno conquistato, obbligando così l'attaccante ad iniziare la lotta a maggiore distanza dalla piazza (1).

(1) Nel simulacro d'assedio eseguito presso Ingolstadt, nel settembre 1895, erano state fatte le seguenti ipotesi: (v. schizzo N. 2):

che l'attacco dovesse necessariamente svolgersi nel settore compreso fra il Rio Schutter ed il Rio Haunstadter e che di ciò la difesa fosse pienamente consapevole;

che, d'altra parte, al momento in cui disegnavasi la minaccia d'un assedio, le opere comprese nel detto settore — cioè il forte Hartmann ed il fortino presso Friedrichshofen — non fossero per anco in completo assetto di guerra cioè non fossero state ancora costruite le batterie d'intervallo e preparati i trinceramenti per la fanteria;

che il bosco di Gabol, esistente sulla fronte, non fosse stato abbattuto come sarebbe stato necessario per isgombrare il campo di tiro delle dette opere.

Pertanto, mancando il tempo di abbattere il bosco, e volendo guadagnare il tempo necessario per compiere l'assetto difensivo delle opere e dell'intervallo, la difesa fu costretta d'improvvisare una posizione di resistenza avanzata al di là del bosco di Gabol, costruendo a ponente di esso (alla distanza di circa 3 *km* dalla linea dei forti), due o tre batterie ed alcuni trinceramenti per fanteria.

Il primo periodo del simulacro di assedio comprese le operazioni e i lavori occorsi per espugnare tale posizione avanzata, e durò una settimana. Questa settimana rappresenta il guadagno netto realizzato dalla difesa mercè l'organizzazione della detta posizione: guadagno preziosissimo perchè permise di preparare convenientemente il fronte attaccato, conferendo alla linea dei forti un grado di resistenza molto maggiore di quella che possedeva al momento in cui si presentò il nemico.

Il simulacro d'assedio d'Ingolstadt dimostra che — come si disse in principio — i tedeschi sono obbligati essi pure ad ammettere qualche eccezione alla regola di concentrare *tutte le energie* della difesa sulla linea dei forti.

Tutto il tempo che si guadagna sostenendosi nelle posizioni esterne gioverà alla difesa per spingere innanzi e perfezionare i lavori di afforzamento della linea di resistenza ad oltranza — quella dei forti —, per costruire le batterie d'intervallo, i trinceramenti di fanteria, ecc., e poter quindi impegnare la lotta decisiva nelle migliori possibili condizioni, quando la riserva mobile, malgrado i più energici sforzi, fosse costretta a ritirarsi sulla detta linea.

Gli avversari d'ogni resistenza sul terreno esterno mercè l'appoggio di posizioni difensivamente ordinate, negano ogni valore agli esempi di Sebastopoli e di Belfort (che sono ordinariamente citati dai fautori di tali posizioni), osservando che i campi trincerati moderni nulla hanno di comune con le dette due piazze, le quali all'epoca dei memorabili assedî erano affatto prive di opere staccate, di guisa che le opere occasionali create dalla difesa esternamente alla cinta, durante l'assedio, non fecero in realtà che supplire, sebbene imperfettamente, a tale mancanza. I grandi campi trincerati moderni che cosa sono, del resto, se non l'attuazione del concetto della difesa esterna, mercè l'anticipata occupazione, con opere permanenti, di posizioni avanzate? E dovrebbesi imitare l'esempio delle storiche difese di Sebastopoli e di Belfort, anche nei grandi campi trincerati, il cui sviluppo perimetrale raggiunge e talvolta sorpassa i 50 *km*?

La critica delle posizioni esterne così formulata potrebbe apparire ragionevole, se veramente si trattasse di creare di sana pianta un'intera cerchia di centri di resistenza avanzata od anche di estendere tale creazione a tutti quanti i settori attaccabili di una piazza forte, come vorrebbesi in Francia. Di fronte però ad una organizzazione limitata, come si disse, ad un solo settore, quello di attacco, la critica perde molto del suo peso, non essendo al certo ragionevole rinunziare a risultati importantissimi (come il prolungare forse di molti giorni l'attacco delle opere), quando questi risultati si possono ottenere mercè lavori di non grande sviluppo, com mezzi limitati, ed in un tempo relativamente breve.

III.

Se devesi giudicare da quanto dice un autorevole scrittore militare (il Leithner, nel recente suo lavoro sulla *Fortificazione permanente e la guerra di fortezza*) (1) gli austriaci sarebbero, più che i tedeschi, radicalmente avversari alle posizioni avanzate.

Infatti alle considerazioni già accennate che, in Germania, rendono poco raccomandabili coteste posizioni, si aggiunge questa che una posizione avanzata, ordinata a difesa nella direzione nota dell'attacco, *avrebbe vantaggi assai incerti*, giacchè, nella maggior parte dei casi, la posizione stessa verrebbe presto a cadere in seguito ad un attacco avviluppante. Epperò, se da un lato, la rinuncia alla lotta sul terreno esterno è cosa contraria al principio a cui deve informarsi la difesa (quello di guadagnar tempo), non sarebbe, dall'altro, affatto razionale logorare le forze nella resistenza di posizioni esterne, quando indietro ne esistono altre più solidamente afforzate, quali son quelle occupate dalle opere permanenti.

L'obiezione, come si vede, è essenzialmente fondata sulla facilità con la quale un attacco avviluppante potrebbe far cadere una posizione avanzata: essa però non pare sia da prendersi in grande considerazione. Si può infatti rispondere che, in realtà, una posizione avanzata non può ridursi ad un punto unico, ma *dentro i limiti del settore di attacco*, la cui ampiezza può raggiungere i 10 o i 12 *km*, costituirà piuttosto una vera linea, gli accessi e le ali della quale sarebbero efficacemente battuti tanto dai forti retrostanti, quanto da quelli collaterali ai medesimi.

Sarebbe assurdo del resto voler dare norme e prescrizioni tassative su tale argomento. È quistione da risolvere, volta per volta, secondo un complesso di circostanze, le quali possono variare all'infinito; — secondo le forze effettive della

(1) V. la traduzione in italiano fattane dal maggiore del genio E. Rocchi.

guarnigione, secondo le condizioni del terreno, secondo l'importanza strategica ed il valore tattico della piazza, secondo la situazione generale delle operazioni di guerra, ecc., ecc. Starà al criterio del comandante ponderare, nel loro complesso, tali circostanze e prendere quindi quelle decisioni, che gli parranno opportune per assicurare, nel miglior modo possibile, la difesa, senza logorar troppo le risorse di questa, nelle sue prime fasi.

IV.

Questa considerazione ci apre l'adito ad altra discussione: quella relativa all'utilità o meno delle linee di resistenza retrostanti alla cerchia dei forti. — Anche riguardo a ciò le idee tedesche stanno in perfetto antagonismo con quelle francesi. — Infatti, come si è veduto, i francesi ammettono non una ma due linee di difesa nel terreno compreso tra i forti ed il Corpo di piazza. I tedeschi invece negano ogni importanza come alle linee di resistenza esterna così anche a quelle intermedie, non che alla cinta continua attorno al nucleo.

Secondo i tedeschi, quando, fiaccata la resistenza ad oltranza sulla linea dei forti, uno o due di questi fossero caduti in potere del nemico, la difesa dovrebbe considerarsi così esaurita da non essere più in grado di riprendere, indietro, una prima ed una seconda volta la lotta.

In verità, a noi sembra eccessivo siffatto modo di vedere. Se è vero che la fortificazione deve essenzialmente avere un *ufficio ritardatore*, come potrebbe considerarsi superfluo tutto ciò che serve appunto a prolungare, sia pure di poco, la durata della resistenza?

Certamente la difesa non potrà spiegare, nello interno del campo trincerato e nel corpo di piazza, tutto il vigore del quale sarà stata capace sulla linea dei forti; — essa non disporrà, negli ultimi periodi dell'assedio, delle stesse forze e degli stessi mezzi di cui disponeva nei primi; — inoltre il morale delle truppe, costrette a cedere il passo

al nemico a traverso la breccia aperta nella linea di resistenza principale, non sarà così alto come nei primordi della lotta: — purtuttavia, per quanto stremata di forze, la difesa non potrebbe dirsi così esausta da dovere senza altro, consegnare la piazza al nemico. Se minori saranno i mezzi e le risorse disponibili, minore sarà ancora lo sviluppo delle nuove linee di difesa. Se in queste non si potranno rinnovare sforzi paragonabili a quelli già fatti ed ottenere risultati grandissimi, tuttavia i risultati ancora conseguibili mercè le residuali energie, non sono affatto da disprezzare, tanto più se si considera che un giorno, un'ora possono, talvolta, decidere le sorti della guerra (1).

Una seconda linea o posizione di sostegno che dir si voglia, — sempre dentro i limiti del settore di attacco —, nella quale possano essere utilizzate le artiglierie prelevabili da fronti non attaccati non che quelle che fosse stato possibile ritirare intatte dalla linea dei forti, ritarderà sicuramente la caduta della piazza, limiterà la zona dell'abitato soggetta al bombardamento, e potrà talvolta costringere l'assalitore ad iniziare un attacco metodico per la espugnazione di uno dei forti collaterali, ai quali la linea di resistenza intermedia appoggia le sue ali.

E quand' anche quest' ultima linea fosse caduta, un'ultima difesa sulla cinta non farebbe guadagnare parecchi altri giorni?

E se, come avviene quasi sempre, il nucleo è traversato da un corso d'acqua, perchè la difesa, perduta la parte giacente sopra una riva, non dovrebbe ritirarsi sulla riva opposta e rinnovare lo lotta? — Giacchè, — non occorre neppure ricordarlo, - non si deve rendere una piazza se non

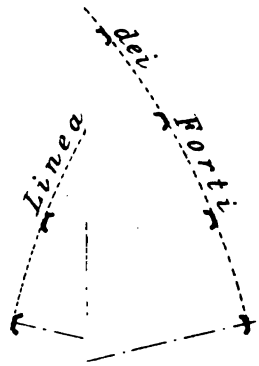
(1) Il Leithner che, come si è veduto, è più radicale dei tedeschi nell'avversione alle posizioni esterne, si allontana recisamente da loro riguardo alle posizioni interne, (linea di difesa intermedia e corpo di piazza). Infatti nella citata sua opera, al capitolo sullo « *svolgimento della difesa* « *di una piazza assediata* » si legge che « quando una parte della linea « dei forti è caduta in mano all'assalitore, verrà continuata la lotta *sulle* « *linee di resistenza retrostanti e sulla cinta.* »

quando l'esaurimento della difesa sia completo; quando non vi siano più nè viveri, nè munizioni; quando sia assolutamente impossibile o sia già fallito un supremo e disperato sforzo per rompere la cerchia dell'assediante e serbare così all'esercito il resto della guarnigione.

La durata della resistenza dev'essere la massima possibile, giacchè è questa durata che può considerarsi come il *rendimento* di quel complesso di cose, di operazioni, di lavori e di sacrifizî che è la *difesa delle piazze*. Si può discutere finchè si vuole sulla convenienza di portare più o meno avanti la linea esterna della difesa, ma dietro questa linea, una volta adottata, il terreno dev'essere conteso, palmo a palmo, al nemico.

Certamente il difensore sarà spesso obbligato a subire la volontà dell'attaccante, che è più forte pel numero, per la capacità di rifornimento, e per l'esaltazione morale. Purtuttavia, dentro i limiti della sua speciale posizione, rimane all'attaccato un largo campo di iniziative e la possibilità di conseguire risultati importantissimi, se le opere della piazza per postazione e struttura rispondono alle necessità dei tempi; se la guarnigione è sufficiente per qualità e per numero; se gli apprestamenti difensivi saranno bene avanzati quando si presenta il nemico; se, mentre ferve la lotta lontana, si sa trarre partito da tutte le risorse disponibili per accrescere le difese e moltiplicare gli ostacoli ai progressi dell'avversario; se infine, il supremo comando è nelle mani di un uomo di mente e di carattere.

F. Lo Forte
colonnello del genio.



Perimetro del campo trincerato misurato sulla linea dei forti:

$$2 \times 7000 \times 3{,}14 = 43960 \text{ m.}$$

(diviso in 7 settori di cui 3 soli attaccabili).

Sviluppo dei tre fronti attaccabili:

$$\frac{3}{7}\ 43960 = 18840 \text{ m.}$$

Linea di resistenza avanzata, a distanza media di 2500 m dai forti,

diametro $2R = 2\,(7000 + 2500) = 19000$

quindi sviluppo della linea, limitato ai tre settori attaccabili:

$$\frac{3}{7}\ 19000 \times 3{,}14 = 25566.$$

Forti.

Opere inter

Centri di re

A,B,C, *Settori at*

UNIV. OF MICH.

N° 2.

UNIV. OF MICH.

IL TEOREMA DEL MINIMO LAVORO

APPLICATO ALLA RESISTENZA DELLE LASTRE DI CORAZZATURA

E DELLE ARMI DA FUOCO

PREMESSA.

La presente Nota ha principalmente per iscopo di indicare una via per risolvere razionalmente il problema della resistenza delle lastre di corazzatura, e di stabilire la teoria generale della resistenza delle lastre, le quali hanno diverse applicazioni nella tecnica militare, non escluse le armi da fuoco. Il procedimento generale, col quale si risolve il problema delle lastre, essendo basato sulla generalizzazione, trovata dallo scrivente, del teorema del minimo lavoro del Castigliano, si premette una dimostrazione di tale generalizzazione.

Si sa che fino dal 1818 il capitano Vène, del genio francese, aveva enunciato un principio, che, quantunque erroneo nelle condizioni a cui egli voleva applicarlo, doveva più tardi condurre alla scoperta del teorema del minimo lavoro, in seguito agli studî di scienziati distinti, quali A. Cournot, Pagani, Mossotti, A. Dorna, ed il generale F. Menabrea, il quale diede al teorema del minimo lavoro il nome di *principio di elasticità*. Ma fu il Castigliano che trovò, pel primo, nel 1873, una dimostrazione esatta del teorema del minimo lavoro, pel caso però particolare del lavoro relativo alle piccole deformazioni dei corpi che sono considerate nell'ordinaria resistenza dei materiali.

Chi scrive, pensando che il teorema potesse essere più generale, perchè ormai è noto che tutti i fenomeni naturali possono essere rappresentati da un equivalente lavoro attuale o potenziale, cercò di dimostrare che il teorema del minimo lavoro ha luogo appunto per qualsiasi fenomeno. Fra le dimostrazioni, che conducono allo stesso risultato, crede utile di esporre la seguente che gli pare incontestabile, e ritiene anche che meriti l'attenzione degli studiosi un teorema, che, per l'assoluta sua generalità, può condurre alla soluzione di non pochi problemi interessantissimi nei diversi rami delle scienze. Lo scrivente ha avuto occasione di risolvere col teorema del minimo lavoro alcuni problemi di meccanica, di ottica, di termodinamica, ecc.; ma, avuto riguardo all'indole di questa *Rivista*, si limiterà nella presente Nota a dare di essi soltanto qualche breve cenno, a conferma dell'assoluta generalità del teorema stesso.

Dimostrazione del teorema generale del minimo lavoro.

Sia S una sostanza nella quale avviene un fenomeno qualsiasi. Si imaginino tolte quante e quali si vogliono parti s_1, s_2, s_3, ... dalla sostanza S; affinchè il fenomeno nella rimanente parte $S - s_1 - s_2 - s_3 - \ldots.$ avvenga esattamente come prima che s_1, s_2, s_3, ..., fossero tolte, bisognerà sostituire, nella sostanza $S - s_1 - s_2 - s_3 - \ldots.$, delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ... che equivalgano alle reazioni a modificarsi che erano presentate dalle parti s_1, s_2, s_3, ... facenti parte congiunta della sostanza S.

Sia F' il lavoro equivalente al fenomeno che avviene in $S - s_1 - s_2 - s_3 - \ldots..$ dopo sostituite le reazioni φ_1, φ_2, φ_3, ... e sia F'' il lavoro equivalente al fenomeno che avviene in $s_1 + s_2 + s_3 + \ldots.$ quando $s_1 + s_2 + s_3 + \ldots.$ formano parte congiunta di S. Il lavoro F equivalente al fenomeno, che avviene nell'intera sostanza S, sarà:

$$F = F' + F''. \qquad [1]$$

In generale possono essere date delle condizioni per cui si conoscano i valori di alcune delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ... e può essere che non si abbiano condizioni per determinare alcune delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ... Sono queste ultime forze incognite, le quali in generale non si saprebbe come determinare, che si determinano come segue, cioè mediante il teorema del minimo lavoro.

Si sa che in tutti i fenomeni naturali si verifica il principio generale di Newton, che *l'azione è eguale ed opposta alla reazione*. Per questo principio il lavoro elementare di ciascuna delle forze attive che modificano le parti s_1, s_2, s_3, ... di sostanza, durante un intervallo qualunque infinitesimo della propria azione, deve essere uguale ed opposto al lavoro elementare della corrispondente forza reattiva, che si è sostituita in $S - s_1 - s_2 - s_3 - \ldots\ldots$, durante il medesimo intervallo infinitesimo; cioè, denotando con ρ_1, ρ_2, ρ_3, ... le linee d'azione delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ..., dobbiamo avere:

$$\left.\begin{aligned} -\frac{dF'}{d\rho_1}d\rho_1 &= \frac{dF''}{d\rho_1}d\rho_1, \\ -\frac{dF'}{d\rho_2}d\rho_2 &= \frac{dF''}{d\rho_2}d\rho_2, \\ -\frac{dF'}{d\rho_3}d\rho_3 &= \frac{dF''}{d\rho_3}d\rho_3, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad [2]$$

Dividendo rispettivamente per $d\rho_1$, $d\rho_2$, $d\rho_3$, ... ciascuna di queste equazioni, e trasportando poscia i primi membri nei secondi, si ottiene:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dF'}{d\rho_1} + \frac{dF''}{d\rho_1} &= 0, \\ \frac{dF'}{d\rho_2} + \frac{dF''}{d\rho_2} &= 0, \\ \frac{dF'}{d\rho_3} + \frac{dF''}{d\rho_3} &= 0, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} \quad [3]$$

ovvero, in forza della [1] si ottiene:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{dF}{d\rho_1}=0, \\ &\frac{dF}{d\rho_2}=0, \\ &\frac{dF}{d\rho_3}=0, \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \quad [4]$$

Ma le [4] sono le derivate, eguagliate a zero, del lavoro F, prese rispetto alle linee d'azione ρ_1, ρ_2, ρ_3, ... delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ... ; e quindi i valori che dovranno avere ρ_1, ρ_2, ρ_3, ... saranno quelli che rendono un minimo il lavoro F equivalente al fenomeno.

Se in luogo di esprimere F, F', F'' in funzione delle linee d'azione ρ_1, ρ_2, ρ_3, ..., si esprimono in funzione delle forze φ_1, φ_2, φ_3, ..., invece delle [2], [3] e [4] si avranno le equazioni:

$$\left.\begin{aligned} &-\frac{dF'}{d\varphi_1}d\varphi_1=\frac{dF''}{d\varphi_1}d\varphi_1, \\ &-\frac{dF'}{d\varphi_2}d\varphi_2=\frac{dF''}{d\varphi_2}d\varphi_2, \\ &-\frac{dF'}{d\varphi_3}d\varphi_3=\frac{dF''}{d\varphi_3}d\varphi_3, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \quad [5]$$

$$\left.\begin{aligned} &\frac{dF'}{d\varphi_1}+\frac{dF''}{d\varphi_1}=0, \\ &\frac{dF'}{d\varphi_2}+\frac{dF''}{d\varphi_2}=0, \\ &\frac{dF'}{d\varphi_3}+\frac{dF''}{d\varphi_3}=0, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}\right\} \quad [6]$$

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{dF}{d\varphi_1}=0. \\ \dfrac{dF}{d\varphi_2}=0. \\ \dfrac{dF}{d\varphi_3}=0. \\ \ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad [7]$$

Dalle formule [7] risulta che i valori che dovranno avere le forze φ_1, φ_2, φ_3, ... saranno quelli che rendono un minimo il lavoro F equivalente al fenomeno.

Se poi il lavoro F contiene delle altre incognite qualunque, diverse dalle linee d'azione o dalle forze, queste altre incognite sono necessariamente funzioni di forze o di linee d'azione incognite, e, poichè queste forze o queste linee prendono i valori che rendono un minimo l'espressione del lavoro, la stessa cosa deve avvenire pei valori delle incognite qualsiansi contenute nell'espressione del lavoro. Adunque se fra le incognite, qualunque siano, contenute nell'espressione del lavoro equivalente ad un fenomeno qualunque, esistono delle equazioni di condizione date, si dovranno con queste condizioni eliminare dalla espressione del lavoro tante incognite quante sono le equazioni di condizione date, e le incognite rimanenti si determineranno eguagliando a zero le derivate dell'espressione del lavoro prese rispetto a ciascuna delle incognite rimanenti. Si può dunque enunciare il teorema del minimo lavoro in tutta la sua generalità nel modo seguente:

Teorema del minimo lavoro. — *Qualunque siano le quantità incognite in funzione delle quali sia espresso un fenomeno qualunque, i valori che, coll'avvenuto fenomeno, devono avere queste incognite, sono quelli che rendono un minimo l'espressione del fenomeno.*

Non è però da pensare che l'espressione di un fenomeno debba sempre essere un minimo, e che perciò debbano annullarsi le sue derivate prese rispetto a qualsiasi quantità

in essa contenuta. Se nell'espressione del lavoro equivalente ad un fenomeno non sono contenute delle incognite, il teorema del minimo lavoro non ha luogo.

Quando, dopo la eliminazione colle equazioni di condizione, le incognite rimanenti sono caratteristiche di funzioni, si applicherà il *calcolo delle variazioni*, cioè si eguaglieranno a zero le *variazioni* dell'espressione del fenomeno prese rispetto a ciascuna delle funzioni incognite in essa contenute.

L'importanza del teorema del minimo lavoro sta in ciò, che esso porge un procedimento uniforme per trovare le incognite che possono essere contenute nella espressione di un fenomeno; queste incognite potendo essere effetti, cause, o leggi naturali, è evidente che il teorema del minimo lavoro apre un campo vastissimo alle ricerche di scienza razionale.

Lo scrivente, nel *Manuale per la resistenza dei materiali* pubblicato nella serie dell'Hoepli, ha dato un cenno del modo con cui, mediante il teorema del minimo lavoro, si trova la forma da assegnarsi ad una lente per ottenere un determinato effetto luminoso; in una Nota, pubblicata nel *Giornale del R. Genio civile* nel 1891, ha fatto vedere che, col teorema stesso, si può trovare la legge di rifrazione della luce omogenea; in altra Nota, pubblicata nel detto *Giornale* nel 1894, ha indicato come, mediante il teorema del minimo lavoro, si possono trovare gli effetti, prodotti (dall'urto di un proiettile contro una lastra) nella lastra e nel proiettile; e in diversi studî pubblicati sulla resistenza dei materiali ha spesso fatto applicazione del medesimo teorema.

Qui, prima di applicare il teorema del minimo lavoro alla ricerca delle superficie elastiche, e alla resistenza delle lastre di corazzatura e delle armi da fuoco, per dare qualche idea della sua generalità, risolveremo i seguenti problemi.

Problema 1°. — *Determinare la forma da darsi alla superficie riflettente di uno specchio, affinchè tutti i raggi di luce solare incidente si riflettano perpendicolarmente ad una retta data parallela ai raggi solari* (fig. 1ª).

Sia I un punto della superficie riflettente dello specchio, e riferiamo questo punto agli assi coordinati ortogonali OX, OY; sia RI un raggio di luce solare, incidente nel punto I, che si vuole riflesso nella IP perpendicolare alla retta OX parallela ai raggi solari; e denotiamo con f la forza che produce il moto luminoso di incidenza in un certo mezzo ed il moto luminoso di riflessione nel mezzo stesso.

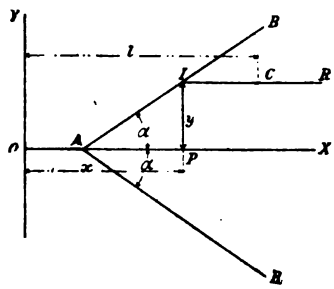


Fig. 1ª

Fissiamo ad arbitrio un punto C sul raggio RI; allora il lavoro luminoso F, che ha luogo lungo la spezzata CIP, sarà espresso da

$$F = f(CI + \overline{IP}),$$

cioè, come risulta dalla fig. 1ª, sarà espresso da

$$F = f[(l - x) + y], \qquad [8]$$

nella quale x ed y sono le coordinate del punto I, e perciò y sarà funzione di x.

Pel teorema del minimo lavoro deve essere

$$\frac{dF}{dx} = f\left(-1 + \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

cioè

$$\frac{dy}{dx} = 1. \qquad [9]$$

Integrando la [9] rispetto ad x, sarà

$$y = x + C, \qquad [10]$$

essendo C una costante d'integrazione.

La [10] è l'equazione di una retta AB, la quale forma con OX un angolo α dato da

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{dy}{dx} = 1$$

come risulta dalla [9], cioè forma coll'asse delle x un angolo di 45°.

La superficie riflettente domandata sarà adunque la superficie generata dalla rivoluzione della retta AB intorno all'asse OX, cioè la forma che dovrà avere la superficie riflettente dello specchio sarà, come è anche noto dall'ottica, quella della superficie conica appartenente ad un cono circolare d'altezza eguale al raggio della base.

Problema 2°. — *Determinare la forma da darsi alla superficie riflettente di uno specchio, affinchè tutti i raggi di luce solare incidente passino riflessi per una retta data perpendicolare alla direzione dei raggi del sole* (fig. 2ª).

Sia F un punto della retta data perpendicolare alla direzione dei raggi solari, la qual retta si rappresenta normale al piano della fig. 2ª; sia RI un raggio incidente in un punto I della superficie riflettente, il qual raggio è riflesso in F, essendo TT la tangente ed NN la normale nel punto I dell'arco DOD_1 di superficie riflettente contenuto nel piano della fig. 2ª.

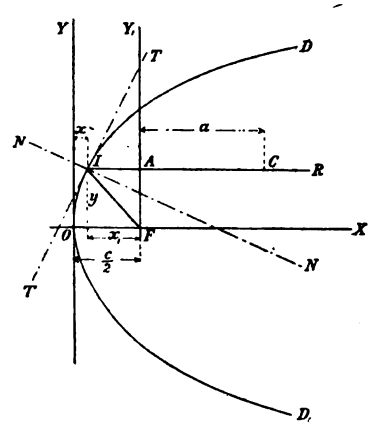


Fig. 2ª

Riferendo il punto I agli assi coordinati ortogonali FX, FY_1, denotando con f la forza che produce il moto luminoso incidente e quello riflesso nel medesimo mezzo, e prendendo arbitrariamente un punto C sul raggio RI, il lavoro luminoso F, che ha luogo lungo la spezzata CIF, sarà espresso da

$$F = f(\overline{CI} + \overline{FI}),$$

ossia, come risulta dalla fig. 2ª, sarà espresso da

$$F = (a + x_1 + \sqrt{x_1^2 + y^2}), \qquad [11]$$

nella quale l'ordinata y del punto I è funzione della ascissa x_1 del medesimo punto.

Pel teorema del minimo lavoro si dovrà avere

$$\frac{dF}{dx_1} = f\left(1 + \frac{x_1 + y\frac{dy}{dx_1}}{\sqrt{x_1^2 + y^2}}\right) = 0,$$

cioè

$$x_1 + y\frac{dy}{dx_1} = -\sqrt{x_1^2 + y^2}. \qquad [12]$$

Ponendo

$$y = u\,x_1$$

si separano le variabili della [12] e si ottiene

$$u\,x_1\left(u + x_1\frac{du}{dx_1}\right) + x_1 = -x_1\sqrt{1 + u^2},$$

donde

$$\frac{u\,du}{(1 + u^2) + \sqrt{1 + u^2}} = -\frac{dx_1}{x_1}. \qquad [13]$$

L'integrale della [13] è

$$\text{loh}\,(1 + \sqrt{1 + u^2}) = -\text{loh}\,\frac{x_1}{C}, \qquad [14]$$

essendo C la costante d'integrazione e denotando con loh il logaritmo iperbolico.

La [14], passando dai logaritmi ai numeri, dà

$$1 + \sqrt{1 + u^2} = \frac{C}{x_1}, \qquad [15]$$

e ponendo nella [15] il valore $\frac{y}{x_1}$ di u, si ottiene

$$1 + \sqrt{1 + \frac{y^2}{x_1^2}} = \frac{C}{x_1},$$

dalla quale

$$y^2 = C^2 - 2\,C x_1 . \qquad [16]$$

Trasportando l'origine delle coordinate in O, si deve nella [16] porre

$$x_1 = \frac{C}{2} - x ,$$

e quindi si trova

$$y^2 = 2\,C x . \qquad [17]$$

La [17] è l'equazione di una parabola ordinaria riferita al vertice O, ed avente il fuoco nel punto F, e quindi risulta dal teorema del minimo lavoro, che la superficie riflettente domandata è la superficie cilindrica avente per direttrice la parabola [17] e le generatrici rettilinee perpendicolari alla direzione dei raggi solari, come è noto dall'ottica.

Problema 3°. — *Due regoli* $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ (fig. 3ª) *formati l'uno di una sostanza, l'altro di un'altra sostanza sono saldati insieme per una loro faccia longitudinale; hanno la medesima lunghezza* l, *le sezioni* Ω_1, Ω_2, *i coefficienti di elasticità* E_1, E_2, *i coefficienti di dilatabilità lineare* α_1, α_2; *determinare l'allungamento comune* ρ *dei due regoli, quando si aumentano rispettivamente di* t_1 *e* t_2 *le temperature dei regoli stessi.*

Siano P_1, P_2 le forze incognite elastiche che si svolgono rispettivamente nei regoli $A_1 B_1$, $A_2 B_2$ quando hanno subìto l'allungamento ρ, e poniamo

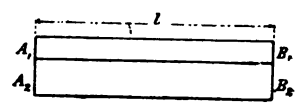


Fig. 3ª.

$$Q = P_1 + P_2 , \qquad [18]$$

donde

$$P_1 = Q - P_2 . \qquad [19]$$

Il lavoro L, di deformazione elastica dei due regoli, prodottosi coll'allungamento ρ, sarà espresso da

$$L = \frac{l}{2}\left(\frac{P_1^2}{E_1\,\Omega_1} + \frac{P_2^2}{E_2\,\Omega_2}\right),$$

ossia, in forza della [19], sarà espresso da

$$L = \frac{l}{2}\left[\frac{(Q-P_2)^2}{E_1\,\Omega_1} + \frac{P_2^2}{E_2\,\Omega_2}\right]. \qquad [20]$$

Pel teorema del minimo lavoro si deve avere, dalla [20],

$$\frac{dL}{dP_2} = -\frac{Q-P_2}{E_1\,\Omega_1} + \frac{P_2^2}{E_2\,\Omega_2} = 0,$$

dalla quale si ricava

$$P_2 = \frac{E_2\,\Omega_2}{E_1\,\Omega_1 + E_2\,\Omega_2}\,Q. \qquad [21]$$

Ponendo nella [19] il valore [21] di P_2 si trova

$$P_1 = \frac{E_1\,\Omega_1}{E_1\,\Omega_1 + E_2\,\Omega_2}\,Q. \qquad [22]$$

Ma dalla fisica si sa che

$$P_1 = \alpha_1\,E_1\,\Omega_1\,t_1, \qquad [23]$$

$$P_2 = \alpha_2\,E_2\,\Omega_2\,t_2, \qquad [24]$$

onde la [18] diviene

$$Q = \alpha_1\,E\,\Omega_1\,t_1 + \alpha_2\,E_2\,\Omega_2\,t_2. \qquad [25]$$

Ponendo nelle [21] e [22] il valore [25] di Q si ha

$$P_1 = \frac{E_1\,\Omega_1}{E_1\,\Omega_1 + E_2\,\Omega_2}(\alpha_1\,E_1\,\Omega_1\,t_1 + \alpha_2\,E_2\,\Omega_2\,t_2), \qquad [26]$$

$$P_2 = \frac{E_2\,\Omega_2}{E_1\,\Omega_1 + E_2\,\Omega_2}(\alpha_1\,E_1\,\Omega_1\,t_1 + \alpha_2\,E_2\,\Omega_2\,t_2). \qquad [27]$$

Dalla resistenza dei materiali si sa che deve essere

$$\rho = \frac{P_1}{E_1\,\Omega_1} = \frac{P_2}{E_2\,\Omega_2}. \qquad [28]$$

Sostituendo nella [28] i valori [26] e [27] di P_1 e P_2 si trova unicamente

$$\rho = \frac{\alpha_1\,E_1\,\Omega_1\,t_1 + \alpha_2\,E_2\,\Omega_2\,t_2}{E_1\,\Omega_1 + E_2\,\Omega_2} \qquad [29]$$

Problema 4°. — *Determinare l'angolo* α, *che deve fare colla verticale una verga pesante* D C (fig. 4ª), *sostenuta in un punto* B, *ed appoggiata con una estremità* C *ad una parete* M N *senza attrito, per rimanere in equilibrio.*

Posta la verga nella posizione d'equilibrio $D\,C$, se si levasse la parete $M\,N$, la verga ruoterebbe in modo che la estremità C della verga s'innalzerebbe. Chiamando P il peso della verga, il cui centro di gravità sia in A, si potrà applicare al punto C un peso tale, che rimossa la parete $M\,N$, la verga $D\,C$ si disponga e si mantenga orizzontale sotto l'azione del peso applicato in C e del peso proprio. Così il lavoro F che può essere fatto dalla verga quando si rimove la parete $M\,N$, sarà espresso da

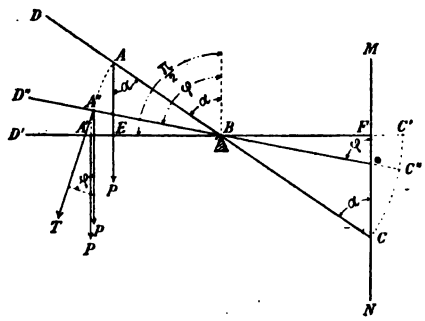


Fig. 4ª

$$F = P \,.\, \overline{A\,E}. \qquad [30]$$

Ma, dalla figura 4ª, si ha

$$\overline{A\,E} = \overline{A\,B} \cos\alpha = (\overline{A\,C} - \overline{B\,C}) \cos\alpha\,, \qquad [31]$$

$$\overline{B\,C} = \frac{\overline{B\,F}}{\operatorname{sen}\alpha}. \qquad [32]$$

La [31] per la [32] diviene

$$\overline{A\,E} = \overline{A\,C} \cos\alpha - \overline{B\,F} \frac{\cos\alpha}{\operatorname{sen}\alpha},$$

e quindi la [30] diviene

$$F = P\left(\overline{A\,C} \cos\alpha - \overline{B\,F} \frac{\cos\alpha}{\operatorname{sen}\alpha}\right). \qquad [33]\ (1)$$

(1) È da notare che F è il lavoro potenziale della verga nella posizione $D\,C$ d'equilibrio.

L'angolo α è incognito; per determinarlo avremo dal teorema del minimo lavoro

$$\frac{dF}{d\alpha} = P\left(-\overline{AC}\,\text{sen}\,\alpha - \overline{BF}\frac{-\text{sen}^2\alpha - \cos^2\alpha}{\text{sen}^2\alpha}\right) = 0,$$

cioè

$$\overline{AC}\,\text{sen}\,\alpha - \overline{BF}\frac{1}{\text{sen}^2\alpha} = 0,$$

dalla quale si ricava

$$\text{sen}\,\alpha = \sqrt[3]{\frac{\overline{BF}}{\overline{AC}}}. \qquad [34]$$

Il valore di sen α dato dalla [34] è, come deve essere, quello chè si trova applicando alla soluzione del problema il principio delle velocità virtuali.

Molti altri problema di diversa natura furono da chi scrive risolti mediante il teorema del minimo lavoro, ma, avuto riguardo all'indole di questa *Rivista*, si crede di limitare a questo punto gli esempi a conferma dell'importante teorema assolutamente generale sopra dimostrato, e passeremo alla applicazione del medesimo alla soluzione del problema della resistenza delle lastre, dal quale dipendono questioni che, come vedremo, più specialmente possono interessare dal punto di vista militare.

Equazioni generali della superficie elastica delle lastre piane.

Sia (fig. 5ª) $AFHA$ la superficie elastica, piana prima della deformazione, della lastra qualsiasi che si vuol considerare, disposta orizzontalmente: riferiamo questa superficie indeformata a due assi OX, OY, presi nel piano della superficie stessa e denotiamo con

$$q = f(x, y) \qquad [35]$$

la legge con cui il peso q costante o variabile, riferito all'unità di superficie elastica indeformata, è disposto sulla lastra.

A mezzo di piani verticali paralleli alle x dividiamo la lastra ne'suoi elementi di primo ordine, come $A\,B\,C\,D$, aventi la larghezza dy; ed a mezzo di piani verticali paralleli alle y dividiamo la lastra ne'suoi elementi di primo ordine, come $E\,F\,G\,H$, aventi la larghezza dx; e siano:

ξ l'ordinata della linea elastica di un elemento qualunque di primo ordine, $A\,B\,C\,D$, della lastra;

η l'ordinata della linea elastica di un elemento qualunque di primo ordine, $E\,F\,G\,H$, della lastra;

E_x, E_y i coefficienti di elasticità longitudinale (1)

---

(1) Risulta da una memoria pubblicata in questa *Rivista* che il signor maggiore Gerolamo Figari crede che la determinazione delle superficie elastiche sia impossibile, perchè, fra altro, egli dice che si presenta lo scoglio insormontabile della determinazione delle quantità E_x ed E_y. È vero che a tutto rigore E_x ed E_y cambiano col variare della deformazione della lastra, come a tutto rigore cambia il coefficiente E di elasticità longitudinale di una sbarra soggetta a trazione od a compressione. Ma, come entro i limiti di elasticità non si tiene conto delle variazioni di E, perchè per le piccole deformazioni che si considerano nell'ordinaria resistenza dei materiali, tali variazioni risultano trascurabili di fronte al valore di E, così, entro i limiti di elasticità non sembra che si debba preoccuparsi delle variazioni di E_x e di E_y. Nè pare che si debba pensare che il coefficiente E_x, per esempio, il quale si riferisce alla direzione delle x, lungo le quali in generale nelle lastre hanno luogo pressioni o tensioni che cimentano l'elasticità, caratterizzata da E_x, risulti alterato in modo non trascurabile dalle pressioni o tensioni che in generale nelle lastre possono simultaneamente aver luogo nel senso delle y normale alle x. Infatti, se dall'ordinaria resistenza dei materiali risultano trascurabili le variazioni di E_x prodotte da forze che cimentano l'elasticità nel senso stesso delle x, a cui si riferisce il modulo di elasticità E_x, a maggior ragione saranno trascurabili, se ve ne sono, le variazioni di E_x prodotte da forze nei limiti di elasticità, che, essendo dirette nel senso delle y, cioè normalmente alle x, non cimentano la elasticità della lastra nel senso delle x, o se, per ipotesi, potessero influire su questa elasticità, evidentemente influirebbero meno che sull'elasticità nel senso delle y, riguardo alla quale le variazioni di E_y risultano sperimentalmente trascurabili dall'ordinaria resistenza dei materiali. Pertanto nei calcoli di resistenza delle lastre, si ritiene che, entro i limiti di elasticità, per E_x ed E_y si possano prendere i soliti valori numerici dati dagli ordinari trattati della resistenza dei materiali.

della lastra rispettivamente nel senso delle x e nel senso delle y;

s la grossezza costante o variabile della lastra;

I_x, I_y i momenti d'inerzia di una sezione qualunque fatta rispettivamente nell'elemento $A\,B\,C\,D$, e nell'elemento $E\,F\,G\,H$, riferendo questi momenti d'inerzia all'unità di larghezza della sezione;

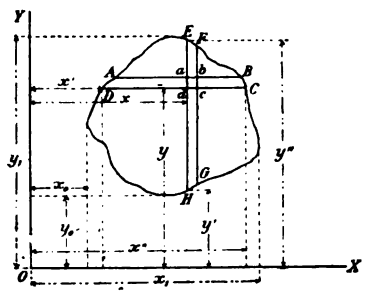


Fig. 5ª

e per brevità poniamo:

$$E_x\,I_x = \varepsilon_x\,, \qquad [36]$$

$$E_y\,I_y = \varepsilon_y\,. \qquad [37]$$

Inoltre denotiamo con:

μ_x, σ_x il momento di flessione e lo sforzo di taglio, riferiti all'unità di larghezza di sezione, in una sezione qualunque dell'elemento $A\,B\,C\,D$;

μ_y, σ_y il momento di flessione e lo sforzo di taglio, riferiti all'unità di larghezza di sezione in una sezione qualunque dell'elemento $E\,F\,G\,H$;

ρ_x la reazione verticale elastica, riferita all'unità di larghezza di un elemento $A\,B\,C\,D$, che avrà luogo in un punto qualunque dell'elemento $A\,B\,C\,D$, dopo la flessione del medesimo;

ρ_y la reazione verticale elastica, riferita all'unità di larghezza di un elemento $E\,F\,G\,H$, che avrà luogo in un punto qualunque dell'elemento $E\,F\,G\,H$, dopo la flessione del medesimo;

L il lavoro di deformazione della lastra dovuto alla doppia flessione.

Entro i limiti di elasticità, essendo le forze proporzionali agli spostamenti si potrà porre

$$\rho_x = \alpha\,\xi\,, \qquad [38]$$

$$\rho_y = \beta\,\eta\,, \qquad [37]$$

indicando con α e β due coefficienti dipendenti dalla natura e dalle dimensioni degli elementi $ABCD$, $EFGH$, e dalle condizioni meccaniche e geometriche in cui questi elementi si trovano.

Inoltre, rappresentando con $\sigma_{x''}$, $\sigma_{x'}$, gli sforzi di taglio alle estremità in BC ed in AD dell'elemento $ABCD$, e con $\sigma_{y''}$, $\sigma_{y'}$, gli sforzi di taglio alle estremità in EF ed in HG dell'elemento $EFGH$, si avrà, prendendo con segno positivo tutti questi quattro sforzi di taglio:

$$-\int_{x'}^{x} \rho_x \, dx = \sigma_{x''} + \sigma_{x'} = -\int_{x'}^{x''} \alpha \, \xi \, dx \qquad [40]$$

$$-\int_{y'}^{y''} \rho_y \, dy = \sigma_{y''} + \sigma_{y'} = -\int_{y'}^{y''} \beta \, \eta \, dy. \qquad [41]$$

Ma è evidente che, prendendo con segno positivo tutti gli sforzi di taglio che si verificano nel contorno trattenuto della lastra, la loro somma deve essere eguale al peso totale disposto sulla lastra, e che perciò deve essere

$$\int_{y'}^{y_1} (\sigma_{x''} + \sigma_{x'}) \, dy + \int_{x_0}^{x_1} (\sigma_{y''} + \sigma_{y'}) \, dx = \int_{x_0}^{x_1} \int_{y'}^{y''} q \, dx dy. \quad [42]$$

Ponendo nella [42] i valori di $\sigma_{x''} + \sigma_{x'}$ e di $\sigma_{y''} + \sigma_{y'}$ dati dal terzo membro delle [40] e [41], la [42] diviene

$$-\left\{ \int_{y_0}^{y'} \int_{x'}^{x''} \alpha \, \xi \, dx dy + \int_{x_0}^{x_1} \int_{y'}^{y''} \beta \, \eta \, dx dy \right\} = \int_{x_0}^{x_1} \int_{y'}^{y''} q \, dx dy. \quad [43]$$

La [43] è una condizione data, la quale deve sempre essere soddisfatta, come lo deve essere la [42], che equivale alla [43].

Il lavoro di deformazione della lastra, dovuto alla doppia flessione, è espresso da

$$L = \int_{y_0}^{y_1} \int_{x'}^{x''} \frac{\varepsilon_x}{2} \left(\frac{d^2 \xi}{dx^2} \right)^2 dx dy + \int_{x_0}^{x_1} \int_{y'}^{y''} \frac{\varepsilon_y}{2} \left(\frac{d^2 \eta}{dy^2} \right)^2 dx dy. \quad [44]$$

Questa contiene due funzioni incognite ξ ed η. Per determinarle, applicando il teorema del minimo lavoro, sappiamo che i valori delle funzioni ξ ed η devono essere quelli che rendono un minimo l'espressione [44] a condizione che la [43] sia soddisfatta.

È noto dal *Calcolo delle variazioni*, che, affinchè la [44] sia un minimo a condizione che la [43] sia soddisfatta, devono annullarsi separatamente la variazione rispetto a ξ e la variazione rispetto ad η dell'espressione

$$\int_{y_0}^{y_1}\int_{x'}^{x''}\left\{\frac{\varepsilon_x}{2}\left(\frac{d^2\xi}{dx^2}\right)^2 - m\,\alpha\,\xi\right\}dx\,dy + \\ + \int_{x_0}^{x_1}\int_{y'}^{y''}\left\{\frac{\varepsilon_y}{2}\left(\frac{d^2\eta}{dy^2}\right)^2 - n\,\beta\,\eta\right\}dx\,dy, \qquad [45]$$

essendo m ed n due arbitrarie introdotte per rendere omogenei gli integrali.

Dalla [45], variando ξ ed eguagliando a zero, si ha

$$\int_{y_0}^{y_1}\int_{x'}^{x''}\left(\varepsilon_x\frac{d^2\xi}{dx^2}\frac{d^2\delta\xi}{dx^2} - m\,\alpha\,\delta\xi\right)dx\,dy = 0, \qquad [46]$$

Tenendo conto che la grossezza della lastra può essere variabile, e che perciò ε_x deve in generale considerarsi funzione di x e di y, si avrà, integrando per parti, rispetto ad x, il primo termine della [46]:

$$\int_{y_0}^{y_1}\left\{\left(\varepsilon_x\frac{d^2\xi}{dx^2}\frac{d\,\delta\xi}{dx}\right)_{x'}^{x''} - \int_{x'}^{x''}\left[\frac{d\,\delta\xi}{dx}\left(\varepsilon_x\frac{d^3\xi}{dx^3} + \frac{d\varepsilon_x}{dx}\frac{d^2\xi}{dx^2}\right) - \right.\right. \\ \left.\left. - m\,\alpha\,\delta\xi\right]dx\right\}dy = 0 \qquad [47]$$

ed integrando ancora per parti, rispetto ad x, il termine in $\frac{d\,\delta\xi}{dx}$ contenuto nella [47], si trova

$$\int_{y_0}^{y_1}\left\{\left(\varepsilon_x\frac{d^2\xi}{dx^2}\frac{d\,\delta\xi}{dx}\right)_{x'}^{x''} - \left[\delta\xi\left(\varepsilon_x\frac{d^3\xi}{dx^3} + \frac{d\varepsilon_x}{dx}\frac{d^2\xi}{dx^2}\right)\right]_{x'}^{x''} + \right. \\ \left. + \int_{x'}^{x''}\left(\varepsilon_x\frac{d^4\xi}{dx^4} + 2\frac{d\varepsilon_x}{dx}\frac{d^3\xi}{dx^3} + \frac{d^2\varepsilon_x}{dx^2}\frac{d^2\xi}{dx^2} - m\,\alpha\right)dx\,\delta\xi\right\}dy = 0. \qquad [48]$$

Perchè la [48] sia soddisfatta si esige, come si sa dal calcolo delle variazioni, che si abbia separatamente nulla la quantità sotto il segno $\int_{x'}^{x''}$, cioè che sia

$$\varepsilon_x \frac{d^4 \xi}{dx^4} + 2 \frac{d\varepsilon_x}{dx} \frac{d^3 \xi}{dx^3} + \frac{d^2 \varepsilon_x}{dx^2} \frac{d^2 \xi}{dx^2} = m\alpha. \qquad [49]$$

In modo affatto analogo a quello con cui si è trovata la [49], si ottiene dalla [45], variando η, eguagliando a zero, ed integrando ripetutamente per parti rispetto ad y:

$$\varepsilon_y \frac{d^4 \eta}{dy^4} + 2 \frac{d\varepsilon_y}{dy} \frac{d^3 \eta}{dy^3} + \frac{d^2 \varepsilon_y}{dy^2} \frac{d^2 \eta}{dy^2} = n\beta. \qquad [50]$$

Le [49] e [50] *sono le equazioni differenziali simultanee della superficie elastica delle lastre piane, di grossezza costante o variabile, comunque trattenute in un contorno qualsiasi e caricate con una legge qualunque.*

Le [49] e [50] contengono due incognite $m\alpha$ ed $n\beta$, per determinare le quali si hanno sempre le due condizioni seguenti:

a) *per un medesimo punto qualunque della superficie elastica devono essere eguali fra loro le ordinate* ξ *ed* η;

b) *la somma di tutti gli sforzi di taglio al contorno trattenuto della lastra, presi tutti con segno positivo, deve eguagliare il peso totale disposto sulla lastra.*

Le [49] e [50] si possono scrivere sotto altra forma per le considerazioni seguenti.

Si consideri isolatamente un elemento $A\,B\,C\,D$, come se fosse staccato dalla lastra, ma soggetto alle stesse forze verticali, cui è sottoposto, dopo la deformazione, quando è unito alla lastra.

Le forze verticali che solleciteranno ciascun elemento $a\,b\,c\,d$ preso nell'elemento $A\,B\,C\,D$, che si considera staccato, sono:

α) il peso $q\,dx\,dy$ soprastante a ciascun elemento $a\,b\,c\,d$, il qual peso è una forza esterna;

β) la risultante, che chiameremo $r_1\, dx\, dy$, delle resistenze verticali applicate alle faccie verticali in ab e in dc di ciascun elemento $abcd$, offerte dalla continuità della lastra a cui è unito l'elemento $ABCD$, che si considera staccato; questa risultante si dovrà considerare come forza esterna.

È chiaro che, per l'elemento $ABCD$, considerato staccato, se si denota con $\sigma_{x''}$ lo sforzo di taglio nella sezione all'estremità in BC, si avrà

$$\sigma_{x''} - \sigma_x = \int_x^{x''} (q - r_1)\, dx\,. \qquad [51]$$

Ricordando la nota relazione

$$\varepsilon_x \frac{d^2 \xi}{dx^2} = \mu_x \qquad [52]$$

data dalla teoria delle linee elastiche, ed osservando che in generale ε_x è funzione di x e di y, si ha

$$\frac{d\,\mu_x}{d\,x} = \sigma_x = \varepsilon_x \frac{d^3 \xi}{dx^3} + \frac{d\,\varepsilon_x}{d\,x} \frac{d^2 \xi}{dx^2}. \qquad [53]$$

Ma dalla [49] si ha

$$\int m\,\alpha\, d\,x = \varepsilon_x \frac{d^3 \xi}{dx^3} + \frac{d\,\varepsilon_x}{d\,x} \frac{d^2 \xi}{dx^2} + C, \qquad [54]$$

talchè per le [53] e [54] risulta

$$\sigma_x = \int m\,\alpha\, d\,x - C, \qquad [55]$$

ovvero

$$\frac{d\,\sigma_x}{d\,x} = m\,\alpha. \qquad [56]$$

Derivando la [51] rispetto ad x si ha

$$\frac{d\,\sigma_x}{d\,x} = q - r_1. \qquad [57]$$

Dunque per le [56] e [57] sarà

$$m\,\alpha = q - r_1 . \qquad [58]$$

In modo analogo a quello con cui si è trovata la [58], se si considera isolatamente l'elemento $E\,F\,G\,H$, denotando con $r_2\,d\,x\,d\,y$ la risultante delle resistenze verticali applicate alle faccie verticali in $a\,d$ e in $b\,c$ di ciascun elemento $a\,b\,c\,d$ preso in $E\,F\,G\,H$, ed osservando che dalla [50] si ha

$$\frac{d\,\mu_y}{d\,y} = \sigma_y = \varepsilon_y \frac{d^3\,\eta}{d\,y^3} + \frac{d\,\varepsilon_y}{d\,y}\frac{d^2\eta}{d\,y^2} \qquad [59]$$

si trova

$$n\,\beta = q - r_2 . \qquad [60]$$

Ora, la forza r_1 potrà essere considerata come funzione della sola y, e per maggior chiarezza la denoteremo con r_y, e la forza r_2 potrà essere considerata come funzione della sola x, e per maggior chiarezza la denoteremo con r_x, perchè nulla impedisce che la risultante $r_1 + r_2$ delle considerate forze verticali applicate alle quattro faccie verticali di un elemento qualunque $a\,b\,c\,d$, la quale è variabile in generale con x e con y, venga considerata formata di due parti (fig. 6ª); l'una $r_1 = r_y$ variabile soltanto con y, quando l'elemento $a\,b\,c\,d$ cambiando di posizione lungo le y allora che si passa dall'uno all'altro degli elementi $A\,B\,C\,D$ paralleli alle x, è la sola y che varia; l'altra $r_2 = r_x$ variabile soltanto con x, quando l'elemento $a\,b\,c\,d$ cambiando di posizione lungo le x allora che si passa dall'uno all'altro degli elementi $E\,F\,G\,H$ paralleli alle y, è la sola x che varia. Scrivendo adunque r_y in luogo di r_1 ed r_x in luogo di r_2 nelle [58] e [60], e sostituendo nelle [49] e

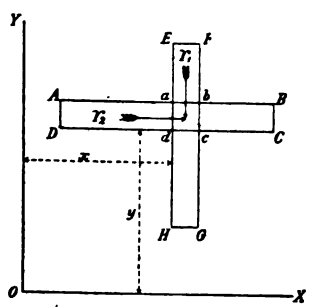


Fig. 6ª

[50] i valori di $m\alpha$ e di $n\beta$ così dati dalle [58] e [60], risulta:

$$\varepsilon_x \frac{d^4 \xi}{dx^4} + 2 \frac{d\varepsilon_x}{dx} \frac{d^3 \xi}{dx^3} + \frac{d^2 \varepsilon_x}{dx^2} \frac{d^2 \xi}{dx^2} = q - r_y, \qquad [61]$$

$$\varepsilon_y \frac{d^4 \eta}{dy^4} + 2 \frac{d\varepsilon_y}{dy} \frac{d^3 \eta}{dy^3} + \frac{d^2 \varepsilon_y}{dy^2} \frac{d^2 \eta}{dy^2} = q - r_x. \qquad [62]$$

Le [60] e [61] sono le trasformate delle [49] e [50], che si volevano trovare.

È facile vedere, derivando la [53] rispetto ad x, e la [59] rispetto ad y, che le [61] e [62] equivalgono alle due equazioni seguenti

$$\frac{d^2 \mu_x}{dx^2} = \frac{d\sigma_x}{dx} = q - r_y, \qquad [63]$$

$$\frac{d^2 \mu_y}{dy^2} = \frac{d\sigma_y}{dy} = q - r_x. \qquad [64]$$

Da queste ultime risulta che

$$\frac{d\sigma_x}{dx} \quad \text{e} \quad \frac{d\sigma_y}{dy}$$

dipendono non già da sole parti q_x e q_y in cui siasi scomposto il peso q, talchè si abbia

$$q_x + q_y = q; \qquad [65]$$

ma invece che

$$\frac{d\sigma_x}{dx} \quad \text{e} \quad \frac{d\sigma_y}{dy}$$

dipendono dal peso q e da certe forze incognite r_x ed r_y, le quali non colla sola grandezza e distribuzione del peso possono variare, ma in generale, — come del resto è facile comprendere che deve essere, — cambiano altresì colle condizioni meccaniche e geometriche in cui la lastra si trova (1).

---

(1) In altri termini non è applicando il principio della sovrapposizione degli effetti prodotti dalle sole forze q_x e q_y equivalenti alle parti $q_x + q_y = q$ del peso, che si possa ottenere la vera linea elastica del-

Chi scrive crede che sia per avere ammesso la relazione [65] che l'equazione

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{d^4 y}{dz^4} = \frac{q}{\varepsilon} \qquad [66]$$

(intorno alla quale espresse pure i proprî dubbi il signor colonnello Caveglia), non soddisfa ai risultati esatti ottenuti dallo stesso signor colonnello col metodo dei coefficienti indeterminati, col quale la condizione [65] non è introdotta, e ritiene per conseguenza non siano accettabili le considerazioni dal signor maggiore Figari dedotte dalla equazione

$$\varphi(y) + \psi(x) = \frac{q}{\varepsilon},$$

la quale equivale alla [66].

Le quantità altra volta denotate dallo scrivente con $\varphi(y)$ e $\psi(x)$ sono, pel carico uniformemente ripartito, le quantità nella presente espresse da $q - r_y$ e da $q - r_x$; e perciò non pare a chi scrive di avere ammesso implicitamente, che sulle lastre uniformemente caricate il carico non sia distribuito uniformemente, come opina il prelodato signor maggiore in una sua Nota pubblicata in questa *Rivista* nel 1894, poichè lo scrivente ha sempre pensato che la flessione degli elementi di primo ordine della lastra non dipenda unicamente da parti q_x e q_y del peso, ma dal peso sovrapposto e dalle resistenze verticali incognite applicate alle faccie longitudinali verticali degli elementi stessi in forza della continuità della lastra, le quali resistenze, che si devono considerare come forze esterne, dipendono di certo anche dalle condizioni meccaniche e geometriche in cui è la lastra, poichè evidentemente esse variano, per esempio, colla forma del contorno, ed a seconda che nel contorno siavi appoggio od incastro.

---

l'elemento di primo ordine della lastra; questa linea dipende anche dalle resistenze verticali incognite, da considerarsi come forze esterne, applicate alle faccie longitudinali verticali dell'elemento che si considera.

Si avverte adunque che per le forze $q - r_y$ e $q - r_x$, le quali, pel caso del carico uniformemente ripartito, si possono più semplicemente rappresentare con $\varphi(y)$ o $\psi(x)$, s'intendono le vere forze incognite, che sollecitano gli elementi di primo ordine della lastra, paralleli alle x ed alle y, considerati come travi isolate, le quali forze si determinano colle condizioni indicate ad *a*) e *b*) di questa Nota, e non devono confondersi colle parti q_x e q_y del peso q, considerando unicamente le quali parti non si possono neppure stabilire le equazioni

$$\frac{d\sigma_x}{dx} = q_x ,$$

$$\frac{d\sigma_y}{dy} = q_y ,$$

giacchè la somma

$$\frac{d\sigma_x}{dx} + \frac{d\sigma_y}{dy}$$

non può evidentemente dipendere soltanto dal peso, poichè è certo che essa varia colle condizioni meccaniche e geometriche in cui la lastra si trova; e si avverte inoltre che si dànno dei problemi in cui, come in quello della resistenza del bordo del fungo della rotaia, si ha qualche altra incognita oltre le r_y ed r_x: in tal caso le condizioni indicate ad *a*) e *b*) bastando soltanto a determinare le sole incognite r_y ed r_x, le altre incognite, se non si hanno altre condizioni date, si determinano applicando il teorema del minimo lavoro.

Le [63] e [64] hanno per integrali generali

$$\xi = \iiiint q\, dx' - \iiiint r_y\, dx' \qquad [67]$$

$$\eta = \iiiint q\, dy' - \iiiint r_x\, dy' , \qquad [68]$$

dove si possono eseguire le integrazioni di ambedue i termini dei secondi membri, perchè q è una nota funzione di x e di y, la funzione incognita r_y non contiene x, e la funzione incognita r_x non contiene y.

Se il carico sulla lastra è costituito da pesi concentrati, per gli elementi di second'ordine ove non è applicata alcuna forza finita, sarà

$$r_y = 0, \text{ ed } \quad r_x = 0.$$

Osservazione. — Sin qui si è determinata la superficie elastica delle lastre tenendo conto soltanto del lavoro di doppia flessione. Quando si voglia tener conto anche dei termini dovuti al doppio scorrimento si può procedere nel modo seguente.

Il Castigliano, a pag. 220 della sua *Théorie de l'équilibre* dà colla formola [27] l'equazione della linea elastica di una trave, comunque trattenuta e comunque caricata, tenendo conto anche dei termini dovuti agli sforzi di taglio. Se nella [27] del Castigliano si pone che la legge di carico sia quella, che, per unità di larghezza della trave, sia applicata una forza $q - r_y$, e se nella formola stessa si scrive prima y in luogo di x, e poi si pone che per unità di larghezza della trave sia applicata una forza $q - r_x$, si otterranno le due equazioni simultanee, che servono a determinare la superficie elastica di una lastra piana qualunque, di grossezza costante o variabile, comunque caricata e comunque trattenuta.

Cenno sulla teoria delle lastre curve.

Riferendo a tre piani coordinati la superficie elastica indeformata di una lastra curva qualunque, di grossezza costante o variabile, comunque caricata, e comunque trattenuta in un contorno qualunque, si hanno da determinare, nel senso delle x e delle y che si potranno prendere comunque, e nel senso delle z che converrà prendere verticali, i tre spostamenti

$$\tau_x, \quad \tau_y, \quad \tau_z$$

relativi alla posizione di un punto qualunque della superficie elastica deformata.

Il problema si risolve, analogamente a quanto si è fatto per le lastre piane, mediante la considerazione di due elementi di primo ordine della lastra incrociati fra di loro.

Denotando con

ξ_x, ed η_x gli spostamenti paralleli alle x,
ξ_y, ed η_y gli spostamenti paralleli alle y,
ξ_z, ed η_z gli spostamenti paralleli alle z,

dei due punti, coincidenti all'incrocio, nei due elementi incrociati che si considerano, ed applicando le due prime formole generali [11] date a pag. 271 del citato testo del Castigliano, si avranno le tre coppie di spostamenti espressi in funzione del peso sovrastante all'elemento di secondo ordine e di due forze incognite analoghe alle r_x ed r_y che entrâno nel problema delle lastre piane. Le due incognite si determineranno colle due seguenti condizioni:

c) *per un medesimo punto qualunque della superficie elastica si dovrà avere*

$$\xi_z = \eta_z ;$$

d) *la somma delle componenti verticali delle pressioni normali e degli sforzi di taglio, che hanno luogo nel contorno trattenuto della lastra, prese tutte con segno positivo deve eguagliare il peso totale disposto sulla lastra.*

Converrà poi aver presente, che quando si tratti di vôlte in muratura, *bisognerà che la superficie delle pressioni non passi fuori dal terzo medio della grossezza della vôlta.*

Applicazioni della teoria al calcolo delle lastre di corazzatura e delle armi da fuoco.

Lastre di corazzatura piane di costante grossezza.

In una Nota pubblicata da chi scrive nel *Giornale del genio civile* del 1894 venne indicato il modo di trovare, mediante il teorema del minimo lavoro, gli effetti di schiacciamento del proietto, di penetrazione e di flessione della

lastra, quando questa, essendo incastrata in un contorno circolare, venga urtata nel suo centro. Qui si tratterà il caso della lastra rettangolare appoggiata in tutti i punti di una sua faccia ad un materiale compressibile ed urtata nel centro della faccia opposta. Però qui non ci occuperemo degli effetti di schiacciamento del proietto e di penetrazione della lastra, perchè, per poter esprimere il lavoro di schiacciamento e di penetrazione, occorrerebbe prima, come fu già osservato nella citata Nota del 1894, istituire delle esperienze fondamentali per determinare la legge con cui i materiali si deformano oltre il limite di elasticità, che è appunto oltrepassato nella penetrazione e può essere oltrepassato nello schiacciamento. Invece per gli effetti di flessione doppia, cui la lastra è sottoposta in causa dell'urto, non dovendo il limite di elasticità essere oltrepassato se non si vuole andare incontro alla rottura, il calcolo delle lastre può essere fatto basandosi sulle leggi di deformazione dei materiali risultanti dalla ordinaria formola d'esperienza

$$P = \frac{E\Omega}{l}\lambda .$$

Sia (fig. 7) $A\,B\,C\,D$ la superficie piana passante a metà grossezza di una lastra rettangolare piana di grossezza costante s, giacente sopra un materiale compressibile in modo che tutti i punti di una faccia della lastra appoggino sul materiale compressibile, e venga nel centro della faccia opposta urtata la lastra da un proiettile lanciato perpendicolarmente alla superficie $A\,B\,C\,D$.

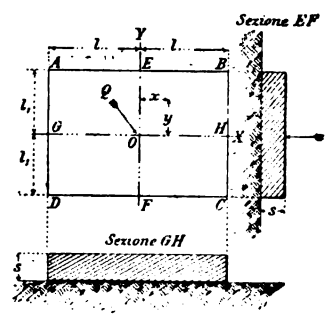


Fig. 7ª.

Trascurando il lavoro di deformazione dovuto al doppio scorrimento, che ha poca influenza sui risultati, si potranno conoscere gli effetti dell'urto, quando si conoscerà il valore della forza Q, che, ap-

plicata per gradi infinitesimi al centro della lastra, e perpendicolarmente a questa, produce lo stesso lavoro di doppia flessione nella lastra prodotto dall'urto. Questo lavoro L si trova nel modo seguente;

Il sig. dott. H. Zimmerman (1) ha trovato l'equazione della linea elastica di una verga a sezione rettangolare, giacente sopra un fondo compressibile, e soggetta ad un peso concentrato nel mezzo della sua lunghezza. Applicando l'equazione dello Zimmermann agli elementi della lastra paralleli alle x e paralleli alle y, si ha:

$$\xi = \frac{K f_y}{2 C} \Big[e^{-kx} (\cos k x + \operatorname{sen} k x) + A_1 \cos k x \operatorname{coh} k x + \\ + B_1 \operatorname{sen} k x \operatorname{seh} k x \Big], \qquad [69]$$

$$\eta = \frac{K_1 f_x}{2 C} \Big[e^{-k_1 y} (\cos k_1 y + \operatorname{sen} k_1 y) + A_2 \cos k_1 y \operatorname{coh} k_1 y + \\ + B_2 \operatorname{sen} k_1 y \operatorname{seh} k_1 y \Big], \qquad [70]$$

(1) *Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues* von D. ZIMMERMANN *Regierungsrath im Reichsamt für die Verwaltung der Reichseisenbahnen.* — Berlin. — Verlag von Ernst u. Korn (Wilhelm Ernst), 1888.

È però da notare che il signor D. H. Zimmermann non tiene conto del lavoro di semplice schiacciamento del fondo compressibile, nel quale la verga penetra in causa del proprio incurvamento, ma inoltre penetra anche affondandovisi con moto parallelo a sè stessa.

Volendo tener conto anche di quest'ultima deformazione del fondo bisognerà sostituire, all'equazione differenziale

$$\frac{d^2 \mu}{d x^2} = - C \eta ,$$

sulla quale è fondata la teoria dello Zimmermann, l'equazione differenziale

$$\frac{d^2 \mu}{d x^2} = - C \eta + \alpha ,$$

essendo α un'indeterminata, la quale si trova colla condizione che *la somma delle pressioni sul fondo compressibile deve eguagliare il peso totale concentrato nel mezzo della verga.*

essendosi posto per brevità

$$A_1 = \frac{2 + \cos 2\,k\,l - \operatorname{sen} 2\,k\,l + e^{-2kl}}{\operatorname{sen} 2\,k\,l + \operatorname{seh} 2\,k\,l}, \qquad [71]$$

$$B_1 = \frac{\cos 2\,k\,l + \operatorname{sen} 2\,k\,l - e^{-2kl}}{\operatorname{sen} 2\,k\,l + \operatorname{seh} 2\,k\,l}, \qquad [72]$$

$$A_2 = \frac{2 + \cos 2\,k_1\,l_1 - \operatorname{sen} 2\,k_1\,l_1 + e^{-2k_1 l_1}}{\operatorname{sen} 2\,k_1\,l_1 + \operatorname{seh} 2\,k_1\,l_1}, \qquad [73]$$

$$B_2 = \frac{\cos 2\,k_1\,l_1 + \operatorname{sen} 2\,k_1\,l_1 - e^{-2k_1 l_1}}{\operatorname{sen} 2\,k_1\,l_1 + \operatorname{seh} 2\,k_1\,l_1}, \qquad [74]$$

ed essendo C il coefficiente di compressibilità del materiale sottostante alla lastra,

$$K = \sqrt[4]{\frac{3\,C}{E_x\,s^3}}, \qquad [75]$$

$$K_1 = \sqrt[4]{\frac{3\,C}{E_y\,s^3}}. \qquad [76]$$

f_y ed f_x due incognite da determinare, e colle notazioni seh e coh indicando il seno ed il coseno iperbolici, che si possono speditamente calcolare colle tavole del prof. Forti (1). Dalle [69] e [70] si ha colle solite regole

$$\sigma_x = \frac{f_y}{4}\Big[2 \operatorname{sen} k\,x \operatorname{seh} k\,x + 2 \cos k\,x \operatorname{coh} k\,x +$$

$$+ (A_1 - B_1) \operatorname{sen} k\,x \operatorname{coh} k\,x + (A_1 - B_1) \cos k\,x \operatorname{seh} k\,x\Big] \qquad [77]$$

---

(1) Quando si vogliano calcolare seno e coseno iperbolici, senza far uso delle tavole del Forti, si possono applicare le formole

$$\operatorname{seh} \omega = \frac{1}{2}(e^{\omega} - e^{-\omega}), \qquad \operatorname{coh} \omega = \frac{1}{2}(e^{\omega} + e^{-\omega}),$$

essendo

$$e = 2{,}718281828459;$$

oppure si possono applicare le formole

$$\operatorname{seh} \omega = \operatorname{tang} \tau, \qquad \operatorname{coh} \omega = \sec \tau,$$

essendo τ dato dalla relazione

$$\log \operatorname{tang}\left(45^\circ + \frac{\tau}{2}\right) = \omega \log e.$$

$$\sigma_y = \frac{f_y}{4}\Big[2 \operatorname{sen} k_1 y \operatorname{seh} k_1 y + 2 \cos k_1 y \operatorname{coh} k_1 y +$$

$$+ (A_2 - B_2) \operatorname{sen} k_1 y \operatorname{coh} k_1 y + (A_2 + B_2) \cos k_1 y \operatorname{seh} k_1 y\Big]. \quad [78]$$

Si ha evidentemente

$$\int_0^l C\xi\, dx = \int_0^l \frac{d\sigma_x}{dx}\, dx = \sigma_{x=l} - \sigma_{x=0}, \quad [79]$$

$$\int_0^l C\eta\, dy = \int_0^l \frac{d\sigma_y}{dy}\, dy = \sigma_{y=l_1} - \sigma_{y=0}, \quad [80]$$

$$\int_0^{l_1}\int_0^l (C\xi + C\eta)\, dx\, dy = \frac{Q}{4}, \quad [81]$$

e perciò si avrà

$$\int_0^{l_1} (\sigma_{x=l} - \sigma_{x=0})\, dy + \int_0^l \sigma_{y=l_1} - \sigma_{y=0})\, dx = \frac{Q}{4}. \quad [82]$$

La [82] in forza delle [77] e [78] diviene:

$$\int_0^{l_1} \frac{f_y}{4}\Big[2 \operatorname{sen} k\, l \operatorname{seh} k\, l + 2 \cos k\, l \operatorname{coh} k\, l +$$

$$+ (A_1 - B_1) \operatorname{sen} k\, l \operatorname{coh} k\, l + (A_1 + B_1) \cos k\, l \operatorname{seh} k\, l - 2\Big]\, dy +$$

$$+ \int_0^l \frac{f_x}{4}\Big[2 \operatorname{sen} k_1 l_1 \operatorname{seh} k_1 l_1 + 2 \cos k_1 l_1 \operatorname{coh} k_1 l_1 +$$

$$+ (A_2 - B_2) \operatorname{sen} k_1 l_1 \operatorname{coh} k_1 l_1 + (A_2 + B_2) \cos k_1 l_1 \operatorname{seh} k_1 l_1 -$$

$$- 2\Big]\, dx = \frac{Q}{4}; \quad [83]$$

ossia, denotando per semplicità con D_1 la parentesi che moltiplica $\frac{f_y}{4}$ e con D_2 la parentesi che moltiplica $\frac{f_x}{4}$ nella [83], la [82] diviene

$$D_1 \int_0^{l_1} f_y\, dy + D_2 \int_0^l f_x\, dx = Q. \quad [84]$$

Pongasi per brevità:

$$X = e^{-kx} (\cos k\, x + \operatorname{sen} k\, x) + A_1 \cos k\, x \operatorname{coh} k\, x +$$
$$+ B_1 \operatorname{sen} k\, x \operatorname{seh} k\, x \quad [85]$$

$$Y = e^{-k_1 y}(\cos k_1 y + \operatorname{sen} k_1 y) + A_2 \cos k_1 y \operatorname{coh} k_1 y + \\ + B_2 \operatorname{sen} k_1 y \operatorname{seh} k_1 y, \qquad [86]$$

e le [69] e [70] potranno scriversi

$$\xi = \frac{k}{2}\frac{f_y}{C} X, \qquad [87]$$

$$\eta = \frac{k_1}{2}\frac{f_x}{C} Y. \qquad [88]$$

Dovendo per un punto qualunque della superficie elastica essere $\xi = \eta$, eguagliando fra loro i secondi membri delle [87], [88], si ricava

$$f_y = \frac{k_1}{k}\frac{f_x}{X} Y, \qquad [89]$$

$$f_x = \frac{k}{k_1}\frac{f_y}{Y} X; \qquad [90]$$

ed in forza delle [89] e [90] la [84] diviene

$$D_1 \frac{k_1}{k}\frac{f_x}{X}\int_0^{l_1} Y\,dy + D_2 \frac{k}{k_1}\frac{f_y}{Y}\int_0^{l} X\,dx = Q. \qquad [91]$$

Le integrazioni contenute nella [91] si possono così eseguire, perchè le funzioni X ed Y sono date dalle [85] ed [86]. Ponendo

$$\frac{1}{k} U_1 = \int_0^{l} X\,dx, \qquad [92]$$

$$\frac{1}{k_1} U_2 = \int_0^{l_1} Y\,dx, \qquad [93]$$

si ha, per le [85] ed [86]:

$$U_1 = -e^{-kl}\cos kl + \frac{A_1}{2}(\cos kl \operatorname{seh} kl + \operatorname{sen} kl \operatorname{coh} kl) + \\ + \frac{B_1}{2}(\operatorname{sen} kl \operatorname{coh} kl - \cos kl \operatorname{seh} kl) + 1, \qquad [94]$$

$$U_2 = -e^{-k_1 l_1}\cos k_1 l_1 + \frac{A_2}{2}(\cos k_1 l_1 \operatorname{seh} k_1 l_1 + \operatorname{sen} k_1 l_1 \operatorname{coh} k_1 l_1) + \\ + \frac{B_2}{2}(\operatorname{sen} k_1 l_1 \operatorname{coh} k_1 l_1 - \cos k_1 l_1 \operatorname{seh} k_1 l_1) + 1; \qquad [95]$$

e perciò la [91], eseguendo le integrazioni, può scriversi:

$$\frac{D_1}{k}\frac{f_x}{X}U_2+\frac{D_2}{k_1}\frac{f_y}{Y}U_1=Q. \qquad [96]$$

Sostituendo nella [96] il valore [89] di f_y si ricava

$$f_x=\frac{K\,X}{D_1\,U_2+D_2\,U_1}Q; \qquad [97]$$

e sostituendo nella [96] il valore [90] di f_x si ricava

$$f_y=\frac{K_1\,Y}{D_1\,U_2+D_2\,U_1}Q. \qquad [98]$$

Le [97] e [98] danno, in termini noti, i valori delle incognite f_x ed f_y.

Deducendo colle solite regole dalle [69] e [70] le espressioni dei momenti μ_x e μ_y di flessione rispettivamente in una sezione qualunque degli elementi di primo ordine della lastra paralleli alle x e paralleli alle y, e sostituendo nelle espressioni così trovate i valori noti di f_x e di f_y dati dalle [97] e [98], si ottiene

$$\mu_x=\frac{Q\,Y}{4(D_1\,U_2+D_2\,U_1}\Big[e^{-k\,x}(\operatorname{sen}k\,x-\cos k\,x)-$$
$$-A_1\operatorname{sen}k\,x\operatorname{seh}k\,x+B_1\cos k\,x\operatorname{coh}k\,x\Big], \qquad [99]$$

$$\mu_y=\frac{Q\,X}{4(D_1\,U_2+D_2U_1}\Big[e^{-k_1\,y}(\operatorname{sen}k_1\,y-\cos k_1\,y)-$$
$$-A_2\operatorname{sen}k_1\,y\operatorname{seh}k_1\,y+B_2\cos k_1\,y\operatorname{coh}k_1\,y\Big]. \qquad [100]$$

Il lavoro L di doppia flessione dell' intera lastra è espresso da

$$L=\frac{24}{s^3}\int_0^l\int_0^{l_1}\left(\frac{\mu^2_x}{E_x}+\frac{\mu^2_y}{E_y}\right)dx\,dy. \qquad [101]$$

Ponendo nella [101] i valori [99] e [100] di μ_x e di μ_y, ed eseguendo le integrazioni si trova

$$L=Q^2\frac{3}{s^3(D_1\,U_2+D_2\,U_1)^2}\left[\frac{\varphi(l_1)\cdot\psi(l)}{E_x}+\frac{\varphi_1(l)\cdot\psi_1(l_1)}{E_y}\right], \qquad [102]$$

avendo posto per semplicità:

$$\varphi(l_1) = -\frac{e^{-2k_1 l_1}}{4k_1}(\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + \cos 2k_1 l_1) + \frac{1}{4k_1} +$$

$$+ \frac{A_2^2}{4}\left[\frac{1}{2k_1}(\cos 2k_1 l_1 \operatorname{seh} 2k_1 l_1 + \operatorname{sen} 2k_1 l_1 \operatorname{coh} 2k_1 l_1) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + \frac{1}{4k_1}\operatorname{seh} 2k_1 l_1 + l_1\right] +$$

$$+ \frac{B_2^2}{4}\left[-\frac{1}{4k_1}(\cos 2k_1 l_1 \operatorname{seh} 2k_1 l_1 + \operatorname{sen} 2k_1 l_1 \operatorname{coh} 2k_1 l_1) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + \frac{1}{2k_1}\operatorname{seh} 2k_1 l_1 - l_1\right] +$$

$$+ \frac{A_2}{2}\left(\frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + l_1 - \frac{1}{2k_1}e^{-2k_1 l_1} - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2k_1}\cos 2k_1 l_1 + \frac{1}{2k_1} - \frac{e^{-2k_1 l_1}}{2k_1}\cos 2k_1 l_1\right) +$$

$$+ \frac{B_2}{2}\left(-\frac{1}{2k_1}\cos 2k_1 l_1 + l_1 + \frac{1}{2k_1}e^{-2k_1 l_1} - \frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 - \right.$$

$$\left. - \frac{e^{-2k_1 l_1}}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1\right) + \frac{A_2 B_2}{2}\left[\frac{1}{4k_1}(\operatorname{sen} 2k_1 l_1 \operatorname{seh} 2k_1 l_1 - \right.$$

$$\left. - \cos 2k_1 l_1 \operatorname{coh} 2k_1 l_1) + \frac{1}{4k_1}\right]; \qquad [103]$$

$$\psi(l) = -\frac{1}{4k} + \frac{e^{-2kl}}{4k}(\operatorname{sen} 2kl + \cos 2kl) +$$

$$+ \frac{A_1^2}{4}\left[-\frac{1}{4k}(\cos 2kl \operatorname{seh} 2kl + \operatorname{sen} 2kl \operatorname{coh} 2kl) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl + \frac{1}{2k}\operatorname{seh} 2kl - l\right] + \frac{B_1^2}{4}\left[\frac{1}{4k}(\cos 2kl \operatorname{seh} 2kl + \right.$$

$$\left. + \operatorname{sen} 2kl \operatorname{coh} 2kl) + \frac{1}{2kl}\operatorname{sen} 2kl + \frac{1}{2k}\operatorname{seh} 2kl + l\right] +$$

$$+ \frac{A_1}{2}\left(-l - \frac{1}{2k}e^{-2kl} + \frac{1}{2k} + \frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl - \frac{1}{2k}\cos 2kl + \right.$$

$$+\frac{e^{-2kl}}{2k}\cos 2kl\Big)+\frac{B_1}{2}\Big(-\frac{1}{2k}\cos 2kl+\frac{1}{k}+$$

$$+\frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl+l+\frac{e^{-2kl}}{2k}\operatorname{sen} 2kl-\frac{1}{2k}e^{-2kl}\Big)+$$

$$+\frac{A_1B_1}{2}\Big[\frac{1}{4k}(\cos 2kl\cosh 2kl-\operatorname{sen} 2kl\operatorname{senh} 2kl)-\frac{1}{4k}\Big];\quad[104]$$

$$\varphi_1(l)=-\frac{e^{-2kl}}{4k}(\operatorname{sen} 2kl+\cos 2kl)+\frac{1}{4k}+$$

$$+\frac{A^2_1}{4}\Big[\frac{1}{4k}(\cos 2kl\operatorname{senh} 2kl+\operatorname{sen} 2kl\cosh 2kl)+$$

$$+\frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl+\frac{1}{2k}\operatorname{senh} 2kl+l\Big]+$$

$$+\frac{B^2_1}{4}\Big[-\frac{1}{4k}(\cos 2kl\operatorname{senh} 2kl+\operatorname{sen} 2kl\cosh 2kl)+$$

$$+\frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl+\frac{1}{2k}\operatorname{senh} 2kl-l\Big]+\frac{A_1}{2}\Big(\frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl+$$

$$+l-\frac{1}{2k}e^{-2kl}-\frac{1}{2k}\cos 2kl+\frac{1}{2k}-\frac{e^{-2kl}}{2k}\cos 2kl\Big)+$$

$$+\frac{B_1}{2}\Big(-\frac{1}{2k}\cos 2kl+l+\frac{1}{2k}e^{-2kl}-\frac{1}{2k}\operatorname{sen} 2kl-$$

$$-\frac{e^{-2kl}}{2k}\operatorname{sen} 2kl\Big)+\frac{A_1B_1}{2}\Big[\frac{1}{4k}(\operatorname{sen} 2kl\operatorname{senh} 2kl-$$

$$-\cos 2kl\cosh 2kl+\frac{1}{4k}\Big];\quad[105]$$

$$\psi_1(l_1)=-\frac{1}{4k_1}+\frac{e^{-2k_1l_1}}{4k_1}(\operatorname{sen} 2k_1l_1+\cos 2k_1l_1)+$$

$$+\frac{A^2_2}{4}\Big[-\frac{1}{4k}(\cos 2k_1l_1\operatorname{senh} 2k_1l_1+\operatorname{sen} 2k_1l_1\cosh 2k_1l_1)+$$

$$+\frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1l_1+\frac{1}{2k_1}\operatorname{senh} 2k_1l_1-l\Big]+$$

$$+\frac{B_2^2}{4}\left[\frac{1}{4k_1}(\cos 2k_1 l_1 \operatorname{seh} 2k_1 l_1 + \operatorname{sen} 2k_1 l_1 \operatorname{coh} 2k_1 l_1) + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + \frac{1}{2k_1}\operatorname{seh} 2k_1 l_1 + l_1\right] + \frac{A_2}{2}\left(-l_1 - \right.$$

$$-\frac{1}{2k_1}e^{-2k_1 l_1} + \frac{1}{2k_1} + \frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 - \frac{1}{2k_1}\cos 2k_1 l_1 +$$

$$\left. + \frac{e^{-2k_1 l_1}}{2k_1}\cos 2k_1 l_1\right) + \frac{B_2}{2}\left(-\frac{1}{2k_1}\cos 2k_1 l_1 + \frac{1}{k_1} + \right.$$

$$+\frac{1}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 + l_1 + \frac{e^{-2k_1 l_1}}{2k_1}\operatorname{sen} 2k_1 l_1 -$$

$$\left. -\frac{1}{2k_1}e^{-2k_1 l_1}\right) + \frac{A_2 B_2}{2}\left[\frac{1}{4k_1}(\cos 2k_1 l_1 \operatorname{coh} 2k_1 l_1 - \right.$$

$$\left. - \operatorname{sen} 2k_1 l_1 \operatorname{seh} 2k_1 l_1) - \frac{1}{4k_1}\right]. \qquad [106]$$

Il calcolo numerico dei valori [103], [104], [105] e [106], si fa abbastanza presto, perchè basta calcolare poche quantità, le quali si ripetono nei diversi termini di queste formole.

Ottenuto il valore di L dato dalla [102], si potrà verificare se una data lastra di corazzatura si rompe per doppia flessione sotto l'urto, normale al centro, di un dato proiettile, e si potrà calcolare il peso e la velocità da assegnarsi ad un proietto, affinchè questo, lanciato normalmente nel centro di una lastra data, possa romperla per doppia flessione. Infatti colle dimensioni della lastra data, e coi coefficienti di elasticità del materiale della lastra e di compressibilità del materiale sul quale la lastra giace, si potranno numericamente calcolare i valori [103], [104], [105] e [106], e quindi ponendo

$$n = \frac{3}{s^3 (D_1 U_2 + D_2 U_1)^2}\left[\frac{\varphi(l_1) \cdot \Psi(l)}{E_x} + \frac{\varphi_1(l) \cdot \Psi_1(l_1)}{E_y}\right], \qquad [107]$$

si potrà calcolare il valore numerico di n, (1) e si avrà

$$L = Q' n . \qquad [108]$$

Denotando con p il peso del proiettile e con v la sua velocità, normale alla faccia urtata della lastra, nell'istante dell'urto al centro, sarà

$$L_1 = \frac{1}{2}\frac{p}{g} v^2 , \qquad [109]$$

il valore del lavoro della potenza urtante, essendo g l'accelerazione della gravità terrestre.

Trascurando il lavoro di penetrazione della lastra ed il lavoro di schiacciamento del proietto, dei quali si potrà tener conto soltanto quando siansi istituite delle esperienze circa le deformazioni dei materiali oltre il limite di elasticità, e trascurando il calore generato dall'urto, si dovrà avere $L = L_1$, cioè

$$Q' n = \frac{1}{2}\frac{p}{g} v^2 , \qquad [110]$$

dalla quale si ricava

$$Q = \frac{v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{p}{2g}} . \qquad [111]$$

Questa formula dà, espresso in termini della velocità e del peso del proiettile, il valore della forza Q, che, applicata per gradi infinitesimi al centro della lastra, produce gli stessi effetti, di flessione, dell'urto.

Si sa dalla ordinaria teoria delle linee elastiche, che, se si denota con R_x il carico al limite di elasticità del materiale della lastra, cimentato nel senso delle x, con R_y il carico al limite di elasticità del materiale della lastra cimentato nel senso delle y, con μ'_x il più grande momento di

(1) Per le lastre metalliche potendosi ritenere $E_x = E_y$ sarà anche $K = K_1$, e quindi le formole [102], [103], [104], [105], [106], [107] si semplificheranno alquanto.

Per le lastre metalliche si avrà anche

$$R'_x = R_y , \text{ ed } R'_x = R'_y = \frac{4}{5} R_x = \frac{4}{5} R_y .$$

flessione negli elementi della lastra paralleli alle x, e con μ'_y il più grande momento di flessione negli elementi paralleli alle y; la rottura della lastra avverrà quando sia

$$\frac{6\,\mu'_x}{s^2} > R_x\,, \qquad [112]$$

oppure sia

$$\frac{6\,\mu'_y}{s^2} > R_y\,. \qquad [113]$$

I momenti più grandi μ'_x, μ'_y si verificano nel centro della lastra, e dalle [99] e [100] si ha

$$\mu'_x = \frac{(1+A_2)(B_1-1)}{4\,(D_1\,U_2+D_2\,U_1)}\,Q\,, \qquad [114]$$

$$\mu'_y = \frac{(1+A_1)(B_2-1)}{4\,(D_1\,U_2+D_2\,U_1)}\,Q\,. \qquad [115]$$

Ponendo in queste due ultime condizioni il valore [111] di Q, e sostituendo quindi i valori di μ'_x e di μ'_y, che così ne risultano nella [112] e [113], si avrà

$$v\sqrt{\frac{p}{2g}} > \frac{2\,s^2\sqrt{n}}{3}\,\frac{D_1\,U_2+D_2\,U_1}{(1+A_2)(B_1-1)}\,R_x\,. \qquad [116]$$

$$v\sqrt{\frac{p}{2g}} > \frac{2\,s^2\sqrt{n}}{3}\,\frac{D_1\,U_2+D_2\,U_1}{(1+A_1)(B_2-1)}\,R_y\,, \qquad [117]$$

Quando una qualunque di queste due ultime condizioni sia soddisfatta, la lastra di corazzatura si romperà in causa della doppia flessione prodotta dall'urto del proiettile.

Si può anche, applicando la formola di stabilità al taglio, data dall'ordinaria resistenza dei materiali, esprimere le condizioni di rottura della lastra in causa dello scorrimento. Queste condizioni sono che la lastra si romperà quando si verifichi l'una o l'altra delle due ineguaglianze seguenti:

$$v\sqrt{\frac{p}{2g}} > \frac{4\,s\sqrt{n}}{3}\,\frac{D_1\,U_2+D_2\,U_1}{1+A_2}\,R'_x\,, \qquad [118]$$

$$v\sqrt{\frac{p}{2g}} > \frac{4\,s\sqrt{n}}{3}\,\frac{D_1\,U_2+D_2\,U_1}{1+A_1}\,R'_y\,, \qquad [119]$$

essendo R'_x , R'_y i carichi al limite di elasticità trasversale degli elementi paralleli alle x e degli elementi paralleli alle y.

Le formole [116], [117], [118], [119] valgono per le lastre di corazzatura appoggiate a cuscino di legno o di altro materiale compressibile.

Se invece le lastre sono appoggiate od incastrate nel contorno, e libere in tutta la loro portata, le formole analoghe alle [116], [117], [118], [119], che si potranno trovare colla teoria delle lastre esposta in questa Nota, saranno più semplici; e si potrà inoltre cercare quale sia la più conveniente forma da assegnarsi al contorno, e quale il modo con cui questo converrà che sia trattenuto.

Se si applicasse il teorema del minimo lavoro (in modo analogo a quello tenuto nella citata Nota del 1894 per la lastra circolare incastrata nel contorno ed urtata al centro) a determinare gli effetti dell'urto non solo riguardo alla doppia flessione della lastra, ma eziandio riguardo alla penetrazione in essa della palla, risulterebbe, come si prevede anche a priori, che la penetrazione diminuirà, col crescere dell'inflessione ammissibile della lastra, e quindi risulterà nei diversi casi, in quali condizioni meccaniche e geometriche sarà più vantaggioso porre le lastre di corazzatura a seconda dello scopo cui devono servire, secondo che, per esempio, esse debbano difficilmente essere perforate, oppure debbano non presentare screpolature dovute alla flessione generata dall'urto.

Pare quindi a chi scrive che dalla teoria delle lastre esposta in questa Nota, — la quale pone i principî per una resistenza dei materiali secondo due dimensioni più esatta dell'attuale secondo una dimensione sola — possa almeno essere portato qualche contributo alla soluzione razionale, finora ignota, del problema delle lastre di corazzatura. Ed è specialmente nell'intendimento di indicare una via per risolvere siffatto problema che si pubblica la presente.

Se la teoria, esposta in questa Nota, può contribuire a ritrovare risultati pratici, non è chi scrive che abbia competenza di fare studî per raggiungere tali risultati; ma, se la teoria è buona, come non si vede ragione perchè non lo sia, gli ingegneri militari, specialmente competenti nella questione, potranno probabilmente trovare non interamente inutile la pubblicazione della presente, pure senza tener conto della generalizzazione del teorema del minimo lavoro, il quale anche in diverse altre questioni militari può essere, non senza interesse, applicato.

Armi da fuoco ad avancarica.

Quantunque in questi ultimi tempi le bocche da fuoco si facciano più sovente a retrocarica, qui ci occuperemo soltanto, e brevemente, della resistenza delle canne ad avancarica, cioè chiuse al fondo mediante unione della canna alla culatta, essendo a queste che si applica meno semplicemente la teoria della resistenza delle lastre, perchè le canne a retrocarica aperte in ambedue le estremità, cioè col fondo non unito alla culatta, non sono soggette a sforzi di flessione.

Per comodità di esposizione dei calcoli porremo che la canna ad avancarica, cioè tutta d'un pezzo, sia disposta coll'anima, ossia coll'asse del pezzo, orizzontale, e comincieremo prima a cercare gli sforzi che avrebbero luogo nella canna, se questa avesse grossezza costante dal fondo alla bocca.

Dividiamo la canna per mezzo di piani infinitamente prossimi fra loro e passanti per l'asse OX (fig. 8ª) nei suoi elementi longitudinali rettilinei, di primo ordine, come $PRSU$, ed a mezzo di piani verticali normali all'asse OX, infinitamente prossimi fra loro, dividiamo la canna nei suoi elementi anulari circolari di primo ordine, come $abde$, e denotiamo con

s la grossezza costante della canna,

l la sua lunghezza,

E_r il coefficiente di elasticità della canna nel senso delle r, cioè della sua lunghezza,

E_y il coefficiente di elasticità della canna nel senso degli archi de' suoi elementi anulari,

q la pressione interna, riferita all'unità di superficie dell'anima, all'istante dello scoppio, la quale pressione è diretta normalmente alla superficie interna della canna.

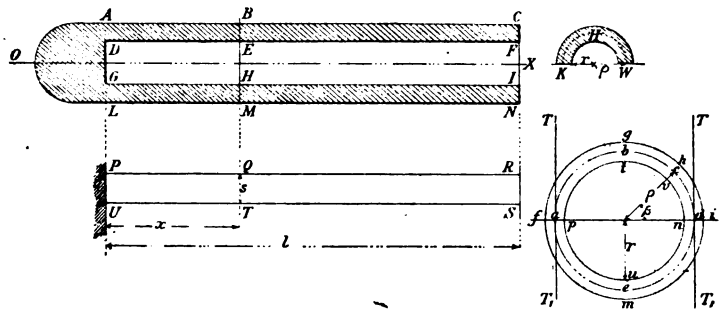


Fig. 8ª

Un elemento longitudinale come $P\,R\,S\,U$ sarà nelle condizioni di una trave, incastrata in $P\,U$ e libera in $R\,S$, soggetta a delle forze sollecitanti incognite $\varphi\,(\beta)$, provenienti dalle pressioni q e dalla resistenza offerta dalle faccie longitudinali dell'elemento normali alla superficie interna della canna; ed un elemento anulare $a\,b\,d\,e$ sarà nelle condizioni di un anello circolare soggetto a tensione per azione di forze sollecitanti incognite $\psi\,(x)$ provenienti dalle pressioni q e dalla resistenza offerta dalle faccie circolari dell'anello.

Si sa dall'ordinaria resistenza dei materiali che la linea elastica dell'elemento $P\,R\,S\,U$ è espressa da

$$\xi = \frac{\varphi\,(\beta)}{2\,E_x\,s^3}\,X, \qquad [120]$$

posto per semplicità

$$X = 6\,l^2\,x^2 - 4\,l\,x^3 + x^4\,; \qquad [121]$$

e dalla [120] si ha, colle solite regole,

$$\mu_x = \frac{\varphi\,(\beta)}{2}\,(l - x)^2\,, \qquad [122]$$

$$\sigma_x = -\frac{\varphi\,(\beta)}{2}\,(l - x)\,. \qquad [123]$$

Chiamiamo $\Delta \rho$ l'allungamento del raggio ρ dell'asse dell'anello $a\,b\,d\,e$ prodotto dalle forze incognite $\psi(x)$: è chiaro che, se $\Delta \rho$ è l'allungamento di ρ, il semiasse $a\,b\,d$ dell'anello che si considera si sarà allungato di

$$\pi(\rho + \Delta \rho) - \pi \rho = \pi \Delta \rho . \qquad [124]$$

Questo allungamento, entro i limiti di elasticità essendo molto piccolo, potrà prendersi eguale alle sue proiezioni sulle tangenti verticali $T\,T_1$ e $T\,T_1$. Così lo spostamento verticale della direzione $d\,T$ del punto d può essere espresso da

$$\frac{\pi}{2} \Delta \rho . \qquad [125]$$

Questo spostamento è prodotto dalla somma delle componenti verticali dirette dal basso all'alto delle forze incognite $\psi(x)$ che sollecitano la quarta parte $b\,c\,d$ dell'anello, la quale somma è espressa da

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \psi(x)\, sen\, \beta\, r\, d\beta = r\, \psi(x) . \qquad [126]$$

Chiamando T la tensione normale alla sezione in a dell'anello, prodotta dall'allungamento [125], si avrà, in forza della formola fondamentale d'esperienza dell'ordinaria resistenza dei materiali:

$$\frac{\pi}{2} \Delta \rho = \frac{T \frac{\pi}{2} \rho}{E_y\, s} ,$$

cioè

$$\Delta \rho = \frac{T \rho}{E_y\, s} . \qquad [127]$$

Ma evidentemente

$$T = r\, \psi(x) \qquad [128]$$

in relazione alla [126]; onde si ha

$$\Delta \rho = \frac{r\, \rho}{E_y\, s} \psi(x) . \qquad [129]$$

Ora, per un medesimo punto qualunque della superficie elastica della canna, dovendo essere $\Delta \rho = \xi$, dall'eguaglianza dei secondi membri delle [120] e [129] si ricava

$$\varphi(\beta) = \frac{2 E_x s^2 r \rho}{E_y X} \psi(x) \qquad [130]$$

e

$$\psi(x) = \frac{E_y X}{2 E_x s^2 r \rho} \varphi(\beta). \qquad [131]$$

Se si taglia la canna con un piano orizzontale passante per l'asse $O X$, e con un piano verticale passante per la sezione $A L$ al fondo della canna, è manifesto che la somma delle resistenze verticali che hanno luogo nelle sezioni $A C F D$, $G I N L$, e $K H W$, deve eguagliare la somma delle componenti verticali delle pressioni date q che sollecitano la mezza canna superiore compresa fra i detti due piani orizzontale e verticale; e per conseguenza per metà di questa mezza canna si avrà:

che la somma delle componenti verticali di q, che è

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \int_0^{l} q \operatorname{sen} \beta \,.\, r\, d\beta .\, dx = r\, l\, q, \qquad [132]$$

dovrà eguagliare la somma delle componenti verticali degli sforzi di taglio, presi tutti con segno positivo, che hanno luogo nel quarto della sezione $A L$ al fondo della canna, la quale somma è

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \varphi(\beta)\, l\, \rho \operatorname{sen} \beta\, d\beta, \qquad [133]$$

più la somma delle tensioni [128] lungo la faccia $A C F D$, che è

$$\int_0^{l} r\, \psi(x)\, dx. \qquad [134]$$

E siccome la [133] per la [130], e la [134] per la [131], divengono

$$\frac{2 E_x s^2 r l \rho^2}{E_y X} \psi(x) \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen} \beta\, d\beta = \frac{2 E_x s^2 r l \rho^2}{E_y X} \psi(x), \qquad [135]$$

$$\frac{E_y \varphi(\beta)}{2 E_x s^2 \rho} \int_0^l X d x = \frac{3 E_y l^5}{5 E_x s^2 \rho} \varphi(\beta), \qquad [136]$$

così, per le [132], [135], 136], si dovrà avere

$$\frac{2 E_x s^2 r \rho^2 l}{E_y X} \psi(x) + \frac{3 E_y l^5}{5 E_x s^2 \rho} \varphi(\beta) = r l q,$$

cioè

$$\frac{2 E_x s^2 r \rho^2}{E_y X} \psi(x) + \frac{3 E_y l^4}{5 E_x s^2 \rho} \varphi(\beta) = r q. \qquad [137]$$

Ponendo nella [137] il valore [131] di $\psi(x)$ si ricava

$$\varphi(\beta) = \frac{5 E_x s^2 \rho r}{5 E_x s^2 \rho^2 + 3 E_y l^4} q, \qquad [138]$$

e ponendo nella [137] il valore [130] di $\varphi(\beta)$, si ricava

$$\psi(x) = \frac{\frac{5}{2} E_x X}{5 E_x s^2 \rho^2 + 3 E_y l^4} q. \qquad [139]$$

Le [138], e [139] danno i domandati valori delle incognite $\varphi(\beta)$ e $\psi(x)$.

Tanto sostituendo nella [120] il valore [138] di $\varphi(\beta)$, quanto sostituendo nella [129] il valore [139] di $\psi(x)$, se si denota con $\tau = \xi = \Delta \varphi$ l'ordinata della superficie elastica della canna, si ottiene identicamente, come deve essere:

$$\tau = \frac{5}{2} \frac{r \rho X}{5 E_x s^2 \rho^2 + 3 E_y l^4} \frac{q}{s}. \qquad [140]$$

Pel metallo delle canne da fuoco, pel quale sia $E_x = E_y = E$, le formole [138] e [139] divengono:

$$\varphi(\beta) = \frac{5 s^2 r \rho}{5 s^2 \rho^2 + 3 l^4} q, \qquad [141]$$

$$\psi(x) = \frac{\frac{5}{2} X}{5 s^2 \rho^2 + 3 l^4} q, \qquad [142]$$

e quindi, applicando le formole date dalla ordinaria resistenza dei materiali, per le migliori condizioni di stabilità e di economia, la grossezza s, da assegnarsi ai diversi punti della canna, sarà data da:

a) *per resistere alla flessione:*

$$s = \sqrt{\frac{3\,\varphi(\beta)\,(l-x)^2}{K}}\,; \qquad [143]$$

b) *per resistere allo scorrimento:*

$$s = \frac{3\,\varphi(\beta)\,(l-x)}{K_t}\,; \qquad [144]$$

c) *per resistere alle tensioni normali alle sezioni dei diversi elementi anulari (applicando la formola del Lamé):*

$$s = r\left(\frac{1}{\sqrt{1-2\,\dfrac{\psi(x)}{K+\psi(x)}}}-1\right), \qquad [145]$$

nelle quali K è il coefficiente di resistenza longitudinale del materiale della canna, e K_t è il coefficiente di resistenza trasversale o tangenziale del materiale medesimo.

Ponendo nelle [143], [144], [145] i valori [141] e [142] di $\varphi(\beta)$ e di $\psi(x)$, si trova che la grossezza, da assegnarsi per le migliori condizioni di stabilità e di economia nei diversi punti della canna, sarà data da:

α) *per resistere alla flessione:*

$$s = \frac{1}{\rho}\sqrt{\frac{3\,r\,\rho\,(l-x)^2}{K}-\frac{3\,l^4}{5}}\,; \qquad [146]$$

β) *per resistere allo scorrimento:*

$$s = \frac{3}{4}\,\frac{r}{\rho}\,\frac{q}{K_t}\,(l-x)+\sqrt{\frac{9}{16}\,\frac{r^2}{\rho^2}\,\frac{q^2}{K_t^2}\,(l-x)^2-\frac{3}{5}\,\frac{l^4}{\rho^2}}\,; \qquad [147]$$

γ) *per resistere alle tensioni normali alle sezioni degli elementi anulari:*

$$s = r\left(\frac{1}{\sqrt{1-\dfrac{5\,X\,q}{K\,(5\,s^2\,\rho^2+3\,l^4)+5\,X\,q}}}-1\right) \qquad [148]$$

Per ogni punto della canna si dovrà sempre prendere per s quel valore, che risulterà più grande dal calcolo delle [146], [147] e [148].

Calcolati così questi valori di s da assegnarsi ai diversi punti della canna supposta dapprima di grossezza costante, se si vogliono cercare grossezze più rigorosamente determinate da assegnarsi alla canna medesima, si potrà, con procedimento analogo a quello con cui si giunse alle [141] e [142], ripetere il calcolo assumendo che la canna abbia grossezza variabile secondo i valori più grandi dati dalle [146], [147] e [148], e si troveranno così dei valori di s analoghi a quelli dati da queste ultime formole, i quali serviranno per assegnare alla canna le grossezze più rigorosamente determinate che si volevano trovare.

Il più delle volte la sezione longitudinale delle canne da fuoco ha la forma d'un trapezio rettangolare $A\,B\,C\,D$ (fig. 9ª), per ciascuno de' suoi elementi longitudinali di primo ordine. In tal caso come risulta dall'ordinaria teoria delle linee elastiche si ha

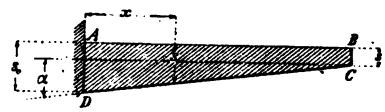


Fig. 9ª

$$\xi = \frac{6\,\varphi(\beta)}{E_x \operatorname{tang}^4 \alpha} X_1 , \qquad [149]$$

essendo (fig. 9ª):

$$X_1 = -(s + 2\,s_1) \operatorname{loh} \frac{s_0}{s} + s_0 - s + 2\,s_1 \left(1 - \frac{s}{s_0}\right) - \\ - \frac{1}{2} s_1^2 \left[\frac{1}{s_0} - \frac{1}{s} + \frac{1}{s_0^2}(s_0 - s)\right] , \qquad [150]$$

denotando con loh il logaritmo iperbolico.

Allora, con procedimento analogo a quello con cui si trovano le [138], [139] si trova

$$\varphi(\beta) = \frac{E_x \operatorname{tang}^4 \alpha \,.\, l\,\rho}{E_x \operatorname{tang}^4 \alpha \,.\, l\,\rho^2 + 6\,E_y\,G}\,q , \qquad [151]$$

$$\psi(x) = \frac{6\,E_y\,l\,s\,X_1}{E_x \operatorname{tang}^4 \alpha \,.\, l\,\rho^2 + 6\,E_y\,G}\,q , \qquad [152]$$

essendo:

$$G = \frac{1}{\operatorname{tang}\alpha}\left\{\frac{2\,s_1^3}{3}\operatorname{loh}\frac{s_0}{s_1} - \frac{4}{9}(s_0^3 - s_1^3) + \frac{s_1 - s_0}{2}(s_1^2 - s_0^2) + \right.$$

$$\left. + 2\,s_1\left(\frac{s_0^2 - s_1^2}{2} - \frac{s_0^3 - s_1^3}{3\,s_0}\right)\right\}. \qquad [153]$$

Le [151] e [152] dànno i valori delle incognite del problema pel caso della canna indicata dalla fig. 9ª, e quindi per trovare ora le grossezze da assegnarsi alla canna stessa si applicheranno le [143], [144] e [145], nelle quali in luogo di $\varphi(\beta)$ e $\psi(x)$ si dovranno sostituire i valori [151] e [152]. Se le più grandi grossezze che così si otterranno saranno non maggiori delle grossezze primitivamente assegnate alla fig. 9ª, la canna, a sezione longitudinale trapezia da principio considerata, sarà sufficientemente resistente.

Formole dedotte dalla teoria delle lastre piane che più sovente occorre di applicare in pratica.

Avvertenza. — I lati delle figure segnati con linee piene fiancheggiate da tratteggio indicano lati incastrati: i lati segnati con linee piene indicano lati appoggiati, o trattenuti in modo che non possano staccarsi dagli appoggi, restando però sempre libere di ruotare le sezioni degli elementi, le quali cadano nei lati segnati con linee piene; i lati segnati con linee punteggiate indicano lati liberi. La grossezza s è sempre costante.

I. — Carico completo uniformemente ripartito su tutta la lastra.

Per la lastra indicata dalla fig. 10ª si ha

$$\tau = 15\,\frac{q}{E_x b^4 + E_y a^4}\,\frac{(a-x)^2 x^2 (b-y)^2 y^2}{s^3}, \qquad [154]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 15\,\frac{q}{E(a^4 + b^4)\,s^3}(a-x)^2 x^2 (b-y)^2 y^2; \qquad [155]$$

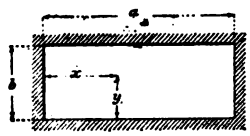
$$\mu_x = \frac{5}{2} q \frac{a^2 - 6\,a\,x + 6\,x^2}{a^4 + b^4} (b - y)^2 y^2 , \qquad [156]$$

$$\eta_y = \frac{5}{2} q \frac{b^2 - 6\,b\,y + y^2}{a^4 + b^4} (a - x)^2 x^2 ; \qquad [157]$$

$$\sigma_x = 15\,q \frac{(2\,x - a)\,(b - y)^2 y^2}{a^4 + b^4} , \qquad [158]$$

$$\sigma_y = 15\,q \frac{(2\,y - b)\,(a - x)^2 x^2}{a^4 + b^4} . \qquad [159]$$

Fig. 10ª



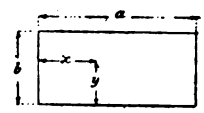


Fig. 11ª

Per la lastra indicata dalla fig. 11ª, si ha:

$$\tau = \frac{5}{2} \frac{q}{E_x b^4 + E_y a^4} \frac{(x^3 - 2\,a x^2 + a^3)\,x\,(y^3 - 2\,b y^2 + b^3)\,y}{s^3} ; \qquad [160]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{5}{2} \frac{q}{E\,(a^4 + b^4)\,s^3} (x^3 - 2\,a\,x^2 + a^3)\,x\,(y^3 - 2\,b\,y^2 + b^3)\,y ; \qquad [161]$$

$$\mu_x = \frac{5}{2} q \frac{x\,(x - a)\,(y^3 - 2\,b\,y^2 + b^3)\,y}{a^4 + b^4} , \qquad [162]$$

$$\mu_y = \frac{5}{2} q \frac{y\,(y - b)\,(x^3 - 2\,a\,x^2 + a^3)\,x}{a^4 + b^4} ; \qquad [163]$$

$$\sigma_x = \frac{5}{2} q \frac{(2\,x - a)\,(y^3 - 2\,b\,y^2 + b^3)\,y}{a^4 + b^4} , \qquad [164]$$

$$\sigma_y = \frac{5}{2} q \frac{(2\,y - b)\,(x^3 - 2\,a\,x^2 + a^3)\,x}{a^4 + b^4} . \qquad [165]$$

Per la lastra indicata dalla fig. 12ª, si ha:

$$\tau = 30 \frac{q}{9\,E_y a^4 + 4\,E_x b^4} \frac{(2\,x^3 - 5\,a x^2 + 3\,a^2 x^2)\,(b - y)^2 y^2}{s^3} ; \qquad [166]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 30 \frac{q}{E(9a^4 + 4b^4)s^3} (2x^4 - 5ax^3 + 3a^2x^2)(b-y)^2y^2; \quad [167]$$

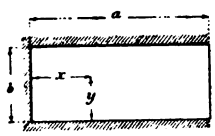
$$\mu_x = 15 \frac{q}{9a^4 + 4b^4} (4x^2 - 5ax + a^2)(b-y)^2 y^2, \quad [168]$$

$$\mu_y = 5 \frac{q}{9a^4 + 4b^4} (6y^2 - 6ay + a^2)(2x^4 - 5ax^3 + 3a^2x^2); \quad [169]$$

$$\sigma_x = 15 \frac{q}{9a^4 + 4b^4} (8x - 5a)(b-y)^2 y^2, \quad [170]$$

$$\sigma_y = 30 \frac{q}{9a^4 + 4b^4} (2y - b)(2x^4 - 5ax^3 + 3a^2x^2). \quad [171]$$

Fig. 12ª



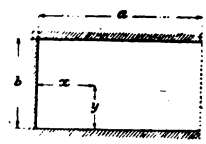


Fig. 13ª

Per la lastra indicata dalla fig. 13ª, si ha

$$\tau = 15 \frac{q}{E_x b^4 + 36 E_y a^4} \frac{(x^2 - 4ax + 6a^2)x^2(b-y)^2y^2}{s^3}; \quad [172]$$

e per la lastra isotrope:

$$\tau = 15 \frac{q}{E(b^4 + 36a^4)s^3} (x^2 - 4ax + 6a^2)x^2(b-y)^2y^2; \quad [173]$$

$$\mu_x = 15 \frac{q}{b^4 + 36a^4} (x-a)^2(b-y)^2y^2, \quad [174]$$

$$\mu_y = \frac{5}{2} \frac{q}{b^2 + 36a^4} (6y^2 - 6by + b^2)(x^2 - 4ax + 6a^2)x^2; \quad [175]$$

$$\sigma_x = 30 \frac{q}{b^2 + 36a^4} (x-a)(b-y)^2y^2, \quad [176]$$

$$\sigma_y = 15 \frac{q}{b^4 + 36a^4} (2y - b)(x^2 - 4ax + 6a^2)x^2. \quad [177]$$

Per la lastra indicata dalla fig. 14ª, si ha

$$\tau = 15 \frac{q}{6 E_x b^4 + E_y a^4} (a - x)^2 x^2 (y^2 - 2 b y^2 + b^3) y; \qquad [178]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 15 \frac{q}{E (6 b^4 + a^4) s^3} (a - x)^2 x^2 (y^3 - 2 b y^2 + b^3) y; \qquad [179]$$

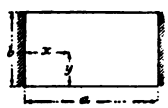
$$\mu_x = \frac{5}{2} \frac{q}{6 b^4 + a^4} (6 x^2 - 6 a x + a^2) (y^3 - 2 b y^2 + b^3) y, \qquad [180]$$

$$\mu_y = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (y - b) y (a - x)^2 x^2; \qquad [181]$$

$$\sigma_x = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (2 x - a) (y^3 - 2 b y^2 + b^3) y, \qquad [182]$$

$$\sigma_y = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (2 y - b) (a - x)^2 x^2. \qquad [183]$$

Fig. 14ª



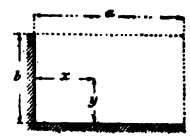


Fig. 15ª

Per la lastra indicata dalla fig. 15ª, si ha

$$\tau = \frac{5}{12} \frac{q}{E_x b^4 + E_y a^4} \frac{(x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2}{s^3}; \qquad [184]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{5}{12} \frac{q}{E (b^4 + a^4) s^3} (x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2; \qquad [185]$$

$$\mu_x = \frac{5}{12} \frac{q}{b^4 + a^4} (x - a)^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2, \qquad [186]$$

$$\mu_y = \frac{5}{12} \frac{q}{b^4 + a^4} (y - b)^2 (x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2; \qquad [187]$$

$$\sigma_x = \frac{5}{6} \frac{q}{b^4 + a^4} (x - a) (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2, \qquad [188]$$

$$\sigma_y = \frac{5}{6} \frac{q}{b^4 + a^4} (y - b) (x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2. \qquad [189]$$

Per la lastra indicata dalla fig. 16ª, denotando con S l'area del triangolo, si ha

$$\tau = 12\,q\,\frac{S}{E_x\,ab^4(b+c)+E_y\,a^4b(a+c)}\,\frac{x^2y^2(ab-ay-bx)^2}{s^3}\,; \quad [190]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 12q\,\frac{S}{E[ab^4(b+c)+a^4b(a+c)]}\,\frac{x^2y^2(ab-ay-bx)^2}{s^3}\,; \quad [191]$$

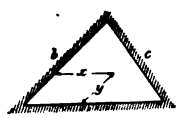
$$\mu_x = 2\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,y^2\,[6\,b^2\,x^2 - 6\,a\,b\,(b-y)\,x + a^2\,(b+y)^2], \quad [192]$$

$$\mu_y = 2\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,x^2\,[6\,a^2\,y^2 - 6\,a\,b\,(a-x)\,y + b^2\,(a-x)^2]\,; \quad [193]$$

$$\sigma_x = 12\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,b\,y^2[2\,b\,x - a(b-y)]\,; \quad [194]$$

$$\sigma_y = 12\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,a\,x^2[2\,a\,y - b(a-x)]\,. \quad [195]$$

Fig. 16ª.



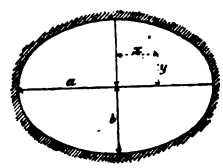


Fig. 17ª.

Per la lastra elittica, coi semi-assi a, b, indicata dalla fig. 17ª, si ha

$$\tau = q\,\frac{a^4y^4 - 2\,a^4b^2y^2 + 2\,a^2b^2y^2x^2 + a^4b^4 - 2\,a^2b^4x^2 + b^4x^4}{(E_x\,a^4 + E_y\,b^4)\,s^3}\,; \quad [196]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{q}{E\,s^3}\,\frac{a^4y^4 - 2a^4b^2y^2 + 2a^2b^2y^2x^2 + a^4b^4 - 2\,a^2b^4x^2 + b^4x^4}{a^4 + b^4}\,; \quad [197]$$

$$\mu_x = \frac{2\,q\,b^4}{a^4+b^4}\left[6\,x^2 - 6\,\frac{a\,x}{b}\sqrt{b^2-y^2} + \frac{a^2}{b^2}(b^2-y^2)\right], \quad [198]$$

$$\mu_y = \frac{2\,q\,b^2}{a^4+b^4}\left[6\,y^2 - 6\,\frac{b\,y}{a}\sqrt{a^2-x^2} + \frac{b^2}{a^2}(a^2-x^2)\right]; \qquad [199]$$

$$\sigma_x = \frac{g\,a^4}{a^4+b^4}\left(2\,x - \frac{a}{b}\sqrt{b^2-y^2}\right), \qquad [200]$$

$$\sigma_y = \frac{q\,b^4}{a^4+b^4}\left(2\,y - \frac{b}{a}\sqrt{b^2-x^2}\right). \qquad [201]$$

Per la lastra circolare isotropa indicata dalla fig. 18ª, si ha

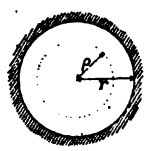


Fig. 18ª

$$\tau_\rho = \frac{q}{4\,E}\,\frac{(r^2-\rho^2)^2}{s^3}; \qquad [202]$$

$$\mu_\rho = -\frac{q}{12}(r^2 - 3\,\rho^2); \qquad [203]$$

$$\sigma_\rho = \frac{q}{2}\,\rho. \qquad [204]$$

Per la lastra circolare isotropa indicata dalla fig. 19ª si ha

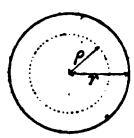


Fig. 19ª

$$\tau_\rho = \frac{5\,q}{4\,E\,s^3}(5\,r^4 - 6\,r^2\,\rho^2 + \rho^4); \qquad [205]$$

$$\mu_\rho = -\frac{q}{4}(r^2 - \rho^2); \qquad [206]$$

$$\sigma_\rho = \frac{q}{2}\,\rho. \qquad [207]$$

II. — Carico parziale cilindrico concentrico colla lastra circolare.

Per la lastra isotropa indicata dalla fig. 20ª, dove il carico è rappresentato da un cilindro di raggio c, si ha, (essendo loh il logaritmo iperbolico)

$$\tau_\rho = \frac{q}{4\,E\,s^3}\left[2\,c^2\,\rho^2\left(6\,\mathrm{loh}\,\frac{c}{r} + 3 - 4\,\frac{c}{r}\right) + \right.$$

$$\left. + c^2(3\,c^2 + 6\,r^2 - 8\,c\,r) + \rho^4\right], \qquad [208]$$

$$\tau_{\rho_1} = \frac{q\,c^2}{2\,E\,c^3}\left[\rho_1^2\left(6\,\mathrm{loh}\,\frac{\rho_1}{r} - 3 - 4\,\frac{c}{r}\right) + \right.$$

$$\left. + c\,(8\,\rho_1 - 4\,r) + 3\,r^2\right], \qquad [209]$$

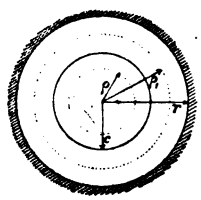
$$\mu_\rho = \frac{q}{2}\left[c^2\left(\mathrm{loh}\,\frac{c}{r} + \frac{3\,r - 2\,c}{3\,r}\right) - \frac{c^2 - \rho^2}{2}\right], \qquad [210]$$

$$\mu_{\rho_1} = \frac{q\,c^2}{2}\left(\mathrm{loh}\,\frac{\rho_1}{r} + \frac{3\,r - 2\,c}{3\,r}\right); \qquad [211]$$

$$\sigma_\rho = \frac{q}{2}\,\rho, \qquad [212]$$

$$\sigma_{\rho_1} = \frac{q}{2}\,\frac{c^2}{\rho_1}. \qquad [213]$$

Fig. 20ª



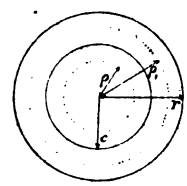


Fig. 21ª

Per la lastra isotropa indicata dalla fig. 21ª, dove il carico è rappresentato da un cilindro di raggio c, si ha (essendo loh il logaritmo iperbolico)

$$\tau_\rho = \frac{q}{4\,E\,s^3}\left(12\,c^2\,\rho^2\,\mathrm{loh}\,\frac{c}{r} + 3\,c^4 - 16\,c^3\,r + \right.$$

$$\left. + 18\,c^2\,r^2 - 6\,c^2\,\rho^2 + \rho^4\right), \qquad [214]$$

$$\tau_{\rho_1} = \frac{q\,c^2}{2\,E\,s^3}\left[6\,\rho_1\,\mathrm{loh}\,\frac{\rho_1}{r} + 9\,(r^2 - \rho_1^2) - 8\,c\,(r - \rho_1)\right] \qquad [215]$$

$$\mu_\rho = \frac{q}{2}\left(c^2\,\mathrm{loh}\,\frac{c}{r} - \frac{c^2}{2} + \frac{\rho^2}{2}\right), \qquad [216]$$

$$\mu_{\rho_1} = \frac{q\,c^2}{2}\,\mathrm{loh}\,\frac{\rho_1}{r}; \qquad [217]$$

$$\sigma_\rho = \frac{q}{2}\,\rho, \qquad [218]$$

$$\sigma_{\rho_1} = \frac{q}{2}\,\frac{c^2}{\rho_1}. \qquad [219]$$

III. — Carico concentrato sul centro della lastra.

Per la lastra isotropa indicata dalla fig. 22ª, denotando con loh il logaritmo iperbolico, si ha

Fig. 22ª

$$\tau_\rho = \frac{6\,Q}{\pi\,E\,s^3}\left(\frac{\rho^2}{2}\,\mathrm{loh}\,\frac{\rho}{r} + \frac{r^2-\rho^2}{4}\right); \qquad [220]$$

$$\mu_\rho = \frac{Q}{2\,\pi}\left(1 - \mathrm{loh}\,\frac{r}{\rho}\right); \qquad [221]$$

$$\sigma_\rho = \frac{Q}{2\,\pi\,\rho}. \qquad [222]$$

Per la lastra isotropa indicata dalla fig. 23ª, denotando con loh il logoritmo iperbolico, si ha

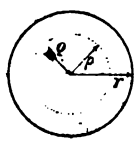


Fig. 23ª

$$\tau_\rho = \frac{3\,Q}{2\,\pi\,E\,s^3}\left[3\,(r^2-\rho^2) - 2\,\rho^2\,\mathrm{loh}\,\frac{r}{\rho}\right]; \qquad [223]$$

$$\mu_\rho = -\frac{Q}{2\,\pi}\,\mathrm{loh}\,r; \qquad [224]$$

$$\sigma_\rho = \frac{Q}{2\,\pi\,\rho}. \qquad [225]$$

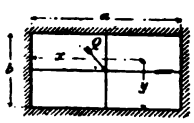


Fig. 24ª

Per la lastra indicata dalla fig. 24ª fra $x = a$ ed $x = \frac{a}{2}$, e fra $y = b$ ed $y = \frac{b}{2}$, si ha

$$\tau = 6\,\frac{Q}{E_y\,a^4 + E_x\,b^4}\,\frac{(4\,x^3 - 9\,a\,x^2 + 6\,a^2\,x - a^3)\,(4\,y^3 - 9\,b\,y^2 + 6\,b^2\,y - b^3)}{s^3}. \qquad [226]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{6\,Q}{E\,(a^4 + b^4)\,s^3}\,(4\,x^3 - 9\,a\,x^2 + 6\,a^2\,x - a^3)\,(4\,y^3 - 9\,b\,y^2 + 6\,b^2\,y - b^3); \qquad [227]$$

$$\mu_x = \frac{3\,Q}{a^4 + b^4}\,(4\,x - 3\,a)\,(4\,y^3 - 9\,b\,y^2 + 6\,b^2\,y - b^3), \qquad [228]$$

$$\mu_y = \frac{3\,Q}{a^4 + b^4}(4\,y - 3\,b)(4\,x^3 - 9\,a\,x^2 + 6\,a^2\,x - a^3)\,; \qquad [229]$$

$$\sigma_x = \frac{12\,Q}{a^4 + b^4}(4\,y^3 - 9\,b\,y^2 + 6\,b^2\,y - b^3)\,, \qquad [230]$$

$$\sigma_y = \frac{12\,Q}{a^4 + b^4}(4\,x^3 - 9\,a\,x^2 + 6\,a^2\,x - a^3)\,. \qquad [231]$$

IV. — **Lastra rettangolare di lunghezza continua, incastrata secondo un lato longitudinale, libera nell'altro lato longitudinale, e caricata su questo lato con una serie di pesi concentrati eguali ed equidistanti fra loro.** (Fig. 25ª).

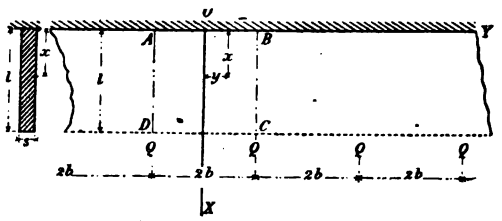


Fig. 25ª

Per ogni scompartimento come $A\,B\,C\,D$, si ha

$$\xi = r_y \frac{2}{E_x\,s^3}\,X\,, \qquad [232]$$

$$\eta = r_x \frac{3\,b\,y^2}{E_y\,s^3} + r_0 \frac{2}{E_x\,s^3}\,X\,, \qquad [233]$$

nelle quali:

$$X = 3\,l\,x^2 - x^3\,, \qquad [234]$$

$$r_0 = \frac{Q}{2}\,\frac{(28\,E_x\,b^4 - 72\,E_y\,l^4)\,E_x\,b^3}{28\,E_x^2\,b^8 + 33\,E_x\,E_y\,b^4\,l^4 + 315\,E_y^2\,l^8}\,, \qquad [235]$$

$$r_x = \left(\frac{Q}{2} - b\,r_0\right)\frac{2\,E_y\,X}{E_x\,b^4 + 3\,E_y\,l^4}\,, \qquad [236]$$

$$r_y = r_0 + \left(\frac{Q}{2} - b\,r_0\right)\frac{3\,E_x\,b\,y^2}{E_x\,b^4 + 3\,E_y\,l^4}\,; \qquad [237]$$

e per la lastra isotropa per ogni scompartimento come $A\,B\,C\,D$, si ha:

$$r'_0 = \frac{Q}{2} \frac{(28\,b^6 - 72\,l^4)\,b^2}{28\,b^6 + 33\,b^4\,l^4 + 315\,l^6}, \qquad [238]$$

$$r'_x = \left(\frac{Q}{2} - b\,r'_0\right) \frac{2\,X}{b^4 + 3\,l^4}, \qquad [239]$$

$$r'_y = r'_0 + \left(\frac{Q}{2} - b\,r'_0\right) \frac{3\,b\,y^2}{b^4 + 3\,l^4}. \qquad [240]$$

Si ha poi:

$$\mu_x = r_y\,(l - x), \qquad [241]$$

$$\sigma_x = -\,r_y\,; \qquad [242]$$

$$\mu_y = \frac{r_x}{2}\,(b - y), \qquad [243]$$

$$\sigma_y = -\,\frac{r_x}{2}. \qquad [244]$$

V. — **Confronto fra alcune lastre di eguale grossezza costante, e di eguale portata, soggette al medesimo carico totale uniformemente distribuito su tutta la portata.**

Avvertenza. — a è sempre il lato della lastra quadrata di portata eguale a quella delle lastre di altra forma considerate: q è il peso, per unità quadrata, disposto sulla lastra; q_m è il peso massimo, per unità quadrata, che la lastra può sopportare con sicurezza; K è il carico di sicurezza o coefficiente di resistenza del materiale di tutte le lastre che si considerano; f è la freccia d'inflessione al centro della lastra. — Le lastre sono isotrope.

Triangolo equilatero (fig. 26ª):

Fig. 26ª

$$q_m = 12{,}3168\,\frac{s^2}{l^2}\,K = 5{,}3333\,\frac{s^2}{a^2}\,K, \qquad [245]$$

$$f = 0{,}0017818\,\frac{q}{E}\,\frac{l^4}{s^2} = 0{,}00949\,\frac{q}{E}\,\frac{a^4}{s^2}. \qquad [246]$$

Circolo (fig. 27ª):

Fig. 27ª

$$q_m = \frac{s^2}{r^2} K = 3{,}14159 \frac{s^2}{a^2} K; \qquad [247]$$

$$f = 0{,}25 \frac{q}{E} \frac{r^4}{s^3} = 0{,}02533 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [248]$$

Quadrato (fig. 28ª):

Fig. 28ª

$$q_m = 2{,}1333 \frac{s^2}{a^2} K, \qquad [249]$$

$$f = 0{,}0293 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [250]$$

Circolo (fig. 29ª):

Fig. 29ª

$$q_m = 0{,}6666 \frac{s^2}{r^2} K = 2{,}0944 \frac{s^2}{a^2} K, \qquad [251]$$

$$f = 1{,}25 \frac{q}{E} \frac{r^4}{s^3} = 0{,}12665 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [252]$$

Quadrato (fig. (30ª):

Fig. 30ª

$$q_m = 1{,}7333 \frac{s^2}{r^2} K, \qquad [253]$$

$$f = 0{,}03125 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [254]$$

Quadrato (fig. 31ª):

Fig. 31ª

$$q_m = 1{,}7066 \frac{s^2}{a^2} K, \qquad [255]$$

$$f = 0{,}12207 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [256]$$

Quadrato (fig. 32ª):

Fig. 32ª

$$q_m = 1{,}4933 \frac{s^2}{a^2} K, \qquad [257]$$

$$f = 0{,}04185 \frac{q}{E} \frac{a^4}{s^3}. \qquad [258]$$

$$\tau = 15 \frac{q}{6 E_x b^4 + E_y a^4} (a-x)^2 x^2 (y^3 - 2 b y^2 + b^3) y; \qquad [178]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 15 \frac{q}{E(6 b^4 + a^4) s^3} (a-x)^2 x^2 (y^3 - 2 b y^2 + b^3) y; \qquad [179]$$

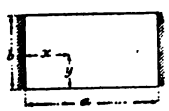
$$\mu_x = \frac{5}{2} \frac{q}{6 b^4 + a^4} (6 x^2 - 6 a x + a^2)(y^3 - 2 b y^2 + b^3) y, \qquad [180]$$

$$\mu_y = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (y-b) y (a-x)^2 x^2; \qquad [181]$$

$$\sigma_x = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (2x - a)(y^3 - 2 b y^2 + b^3) y, \qquad [182]$$

$$\sigma_y = 15 \frac{q}{6 b^4 + a^4} (2 y - b)(a-x)^2 x^2. \qquad [183]$$

Fig. 14ª



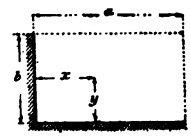


Fig. 15ª

Per la lastra indicata dalla fig. 15ª, si ha

$$\tau = \frac{5}{12} \frac{q}{E_x b^4 + E_y a^4} \frac{(x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2}{s^3}; \qquad [184]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{5}{12} \frac{q}{E(b^4 + a^4) s^3} (x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2; \qquad [185]$$

$$\mu_x = \frac{5}{12} \frac{q}{b^4 + a^4} (x-a)^2 (y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2, \qquad [186]$$

$$\mu_y = \frac{5}{12} \frac{q}{b^4 + a^4} (y-b)^2 (x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2; \qquad [187]$$

$$\sigma_x = \frac{5}{6} \frac{q}{b^4 + a^4} (x-a)(y^2 - 4 b y + 6 b^2) y^2, \qquad [188]$$

$$\sigma_y = \frac{5}{6} \frac{q}{b^4 + a^4} (y-b)(x^2 - 4 a x + 6 a^2) x^2. \qquad [189]$$

Per la lastra indicata dalla fig. 16ª, denotando con S l'area del triangolo, si ha

$$\tau = 12\,q\,\frac{S}{E_x\,a b^4(b+c)+E_y\,a^4 b(a+c)}\,\frac{x^2y^2(ab-ay-bx)^2}{s^3}\,; \quad [190]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = 12q\,\frac{S}{E[ab^4(b+c)+a^4b(a+c)]}\,\frac{x^2y^2(ab-ay-bx)^2}{s^3}\,; \quad [191]$$

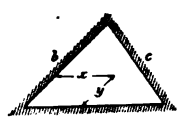
$$\mu_x = 2\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,y^2\,[6\,b^2\,x^2 - 6\,a\,b\,(b-y)\,x + a^2\,(b+y)^2], \quad [192]$$

$$\mu_y = 2\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,x^2\,[6\,a^2\,y^2 - 6\,a\,b\,(a-x)\,y + b^2\,(a-x)^2]\,; \quad [193]$$

$$\sigma_x = 12\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,b\,y^2[2\,b\,x - a(b-y)]; \quad [194]$$

$$\sigma_y = 12\,q\,\frac{S}{a\,b^4\,(b+c)+a^4\,b\,(a+c)}\,a\,x^2[2ay - b(a-x)]. \quad [195]$$

Fig. 16ª.



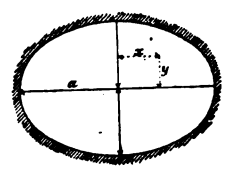


Fig. 17ª.

Per la lastra elittica, coi semi-assi a, b, indicata dalla fig. 17ª, si ha

$$\tau = q\,\frac{a^4y^4 - 2\,a^4b^2y^2 + 2\,a^2b^2y^2x^2 + a^4b^4 - 2\,a^2b^4x^2 + b^4x^4}{(E_x\,a^4 + E_y\,b^4)\,s^3}\,; \quad [196]$$

e per le lastre isotrope:

$$\tau = \frac{q}{E\,s^3}\,\frac{a^4y^4 - 2a^4b^2y^2 + 2a^2b^2y^2x^2 + a^4b^4 - 2\,a^2b^4x^2 + b^4x^4}{a^4 + b^4}\,; \quad [197]$$

$$\mu_x = \frac{2\,q\,b^4}{a^4+b^4}\left[6\,x^2 - 6\,\frac{a\,x}{b}\sqrt{b^2-y^2} + \frac{a^2}{b^2}(b^2-y^2)\right], \quad [198]$$

geremo di leggieri come nei metodi da noi adottati non sempre si riscontri quello spirito essenzialmente pratico, al quale deve pure informarsi ogni procedimento che trova nella guerra la sua diretta applicazione.

Tale argomento è più vasto di quanto non paia, ed è collegato a tanti e così svariati aspetti della questione militare che a sviscerarlo in modo esauriente non basterebbero le nostre deboli forze ed i limitati mezzi dei quali disponiamo. Ben più modesto è il compito al quale ci accingiamo, intendendo di restringere l'esame a quella parte soltanto che da alcuni anni ci sembra tra le meno discusse o studiate, e che si riferisce in particolar modo a talune delle più importanti istruzioni pratiche delle nostre batterie.

*
* *

Ricordiamo che sino dal 1886 si diceva prossima la pubblicazione di una nuova istruzione sulle evoluzioni di batteria.

In essa pareva stabilito che i cassoni dovessero manovrare affatto separati dai pezzi, certo almeno il secondo riparto. Si dicevano aboliti i movimenti di semplice parata, conservati solo quelli indispensabili per l'azione tattica sul terreno, e questi ultimi studiati in modo da riuscire facili e semplici in tutte le loro applicazioni. Le batterie erano su otto pezzi.

L'istruzione alla quale abbiamo accennato sarebbe stata certamente accolta con molto favore, ma, non sappiamo per quali ragioni, essa non comparve, e le batterie rimasero con le loro vecchie norme, con la loro manovra di stile antico, con tutti i difetti dei ripiegamenti e degli spiegamenti, vuoi sul fronte, vuoi sul fianco, con tutti insomma quei movimenti di piazza d'arme, che colle necessità delle manovre campali non trovano poi alcuna pratica applicazione. Nel 1892 (quattro anni dopo che le batterie erano state costituite su 6 pezzi) venne data in esperimento al reggimento a cavallo, a quello da montagna ed a quattro o cinque reggimenti da campagna, una istruzione che, se può essere ritenuta non ancora così

semplice (specie nella redazione) e così rapida nell'attuazione della manovra, com'era desiderabile, pure rappresenta un progresso notevole ed incontestato sull'antica tuttora in vigore ed è tale nel suo complesso da augurarsi di vederla presto adottata. In detta istruzione le formazioni ed i movimenti sono stati limitati al puro necessario per le applicazioni tattiche sul terreno e sono stati studiati in modo da rendere le evoluzioni delle batterie facili, semplici e spedite.

La scelta e l'occupazione delle posizioni, il rifornimento delle munizioni, l'allenamento a marce di concentramento, le ricognizioni del terreno e dei bersagli sono così ben trattati, che si può dire rappresentino quanto di meglio esista nelle istruzioni presentemente in vigore presso i principali eserciti d'Europa.

La nostra artiglieria da campagna ha tuttora in vigore parecchie istruzioni che furono emanate poco dopo il 1870, ma che poco differiscono dalle più vecchie.

La Germania da molto tempo ha trasformato, alleggerito e reso più rapido il meccanismo evolutivo delle sue batterie, prendendo come base esclusiva di manovra il terreno. Noi, che pure nei nostri ordinamenti abbiamo cercato di plasmarci su quanto si è andato facendo presso gli altri eserciti, siamo rimasti ancora indietro in tutto ciò che riguarda le istruzioni definitivamente in vigore presso le nostre batterie di campagna.

Il regolamento d'esercizi tedesco (edizione 1892) in un solo volumetto di 200 pagine comprende le seguenti istruzioni:

Istruzione senza pezzo. — Istruzione individuale a piedi; istruzione di plotone, di batteria e di brigata a piedi.

Esercizi a cavallo pei cannonieri delle batterie a cavallo. — Uso della sciabola a cavallo. — Movimenti speciali.

Istruzione del pezzo non attaccato. — Pezzo isolato (numero, posto e funzioni dei serventi — unire e disgiungere i treni — impiego del freno — tiri che si eseguiscono — carica, ecc.).

Batteria (organizzazione e formazione — ordini di fuoco — distribuzione del fuoco — apertura del fuoco — cambio di proietto, di obbiettivo e di fronte, durante il tiro).

Brigata (vedi combattimento).

Istruzione del pezzo attaccato. — Generalità — condurre — scuola di batteria — scuola di brigata.

Il combattimento. — Norme generali — difensiva — offensiva, ecc.

Onori. — Riviste senza pezzi — riviste coi pezzi — parate — sfilamento — prendere e riportare la bandiera.

Suonerie.

Le identiche istruzioni ora accennate sono presso di noi ripartite in titoli e fascicoli formanti un complesso di 700 pagine circa.

Non ci sembra adunque di pretender troppo se invochiamo una pronta e completa trasformazione dei nostri metodi antiquati, tuttora in vigore, in altri più semplici, concisi e pratici.

I tedeschi hanno in loro favore le splendide esperienze del 1870; noi non possiamo contare che la gloriosa, ma pur troppo sfortunata battaglia di Abba Carima. Decidiamoci adunque, e che la riforma da noi tanto desiderata possa compiersi al più presto possibile!

« In guerra la semplicità soltanto può far sperare il suc-
« cesso. Occorre quindi insegnare ed applicare *poche forme*
« *semplici*, ma che dovranno essere rigorosamente eseguite
« e conosciute con piena sicurezza. Tutte le artificiosità sono
« proibite ».

Così è detto nell'introduzione del regolamento di esercizi tedesco, così, null'altro che così, vorremmo che si dicesse e si facesse anche da noi.

Dopo la campagna del 1866, la Prussia, ammaestrata dalle proprie vittorie, si convince che la sua artiglieria ha bisogno di ottenere su quella avversaria la stessa superiorità che la fanteria, col fucile ad ago, aveva riportata su quella austriaca.

S'istituisce allora a Tegel, per opera specialmente del famoso ispettore generale von Hindersin, una scuola di tiro per gli ufficiali d'artiglieria. In successive riprese tutti gli ufficiali, superiori ed inferiori, vi prendono parte; l'accordo sul modo più efficace d'impiego delle batterie diviene così perfetto, che le batterie stesse in brevissimo tempo riescono molto abili ed ardite. Nella campagna del 1870-71 le vediamo ottenere sempre una grande superiorità su quelle francesi; anzi la tattica prussiana si basa per l'appunto su questa sicura superiorità di fuoco delle proprie batterie.

La sorprendente trasformazione dell'artiglieria prussiana, che si effettuò dal 1866 al 1870, fu opera esclusiva della scuola di tiro, vagheggiata per tanti anni e finalmente ottenuta, insieme con la completa introduzione dei cannoni rigati, dal generale von Hindersin. Sotto l'alta competenza e l'abile direzione di questo attivissimo artigliere, le batterie prussiane progredirono in modo ammirevole, sostituendo totalmente ai cannoni lisci quelli rigati, passando dalle complicate ed artificiose evoluzioni ad una manovra semplice, piena di slancio ed effettuabile in qualunque terreno.

In pochi anni le batterie riuscirono ad ottenere un razionale allenamento dei cavalli, abituandoli a percorrere, alle più celeri andature possibili, distanze variabili dai 4 agli 8 *km*, sul terreno stesso delle manovre tattiche (1). Giunte in posizione facevano partire il primo colpo con puntamento accurato e tutto il tiro doveva essere diretto con molta esattezza, per ottenere la massima efficacia. In ogni circostanza gli

(1) Tale allenamento sistematico del tempo di pace ed i rapidi concentramenti dell'artiglieria in grandi masse, dopo aver percorso considerevoli distanze, diedero ottimi risultati in tutta la campagna del 1870-71. L'artiglieria del 3° corpo ad es. per giungere, almeno in parte, a tempo alla battaglia di Spicheren, percorse in terreno montuoso 34 *km* in 3 ore, avendo già fatto in giornata altri 23 *km*. L'artiglieria del corpo della guardia, per prendere parte alla battaglia di Sédan, percorse, d'un fiato, al trotto 15 *km*, sostò pochi minuti, poi raggiunse l'altura su cui doveva prendere posizione. Le sue 5 colonne munizioni, per rifornire le batterie esauste dopo il bombardamento di Montmédy (4 settembre), percorsero, in terreno ingombro da truppe, 525 *km* in 14 giorni.

ufficiali si addestrarono a ricognizioni di terreno, di posizioni, di bersagli, ed a misure rapide e molteplici delle distanze, sia a vista, sia servendosi delle carte. Il servizio dei pezzi era stato semplificato nel miglior modo possibile, doveva quindi essere fatto con molta celerità, ma insieme con molta precisione; i bersagli contro i quali si dirigeva il tiro dovevano essere piccoli, poco visibili e sagomati per rappresentare con la maggior verità le formazioni apparenti della truppa; i bersagli mobili poi formavano a quel tempo un'assoluta novità. E cominciando dall'ispettore generale era in tutti una gara continua di applicazione, di studio, di volontà, mettendo in pratica quanto lo stèsso generale von Hindersin ripeteva sovente: « La giornata constare di 24 ore di servizio... ». In quei quattro anni prima della guerra si ottennero così degli eccellenti risultati, e quasi tutti gli ufficiali diventarono ottimi istruttori delle loro unità. L'impiego tattico delle batterie, largo ed assai razionale, con piena iniziativa di manovra per ciascuno nella sua sfera d'azione, preparò l'artiglieria a giungere sempre a tempo e sul luogo più opportuno durante tutti i combattimenti del 1870-71. Il giusto indirizzo pratico della scuola di tiro non si cancellò più e tuttora essa continua nelle sue buone tradizioni.

Finalmente anche presso di noi, nel 1888, venne istituita per l'artiglieria, al poligono di Nettuno, una scuola centrale di tiro, la quale doveva aver per iscopo:

« di far conoscere agli ufficiali dell'arma le qualità bali-
« stiche delle bocche da fuoco in servizio;

« di addestrarli nell'impiego di esse e di tutto il mate-
« riale inerente alle medesime, nelle più svariate circo-
« stanze di guerra;

« di rendere uniforme nei reggimenti l'applicazione pra-
« tica dei regolamenti sul tiro e sulla condotta del fuoco,
« esperimentando le innovazioni che dei predetti regola-
« menti venissero proposte ed ordinate, per formularne tas-
« sativamente il modo di applicazione. » (1)

(1) *Atto* 132 del *Giornale militare* 1888.

L'Atto ministeriale prescriveva ancora che la durata dei corsi ed il personale che vi doveva assistere sarebbero stati stabiliti annualmente.

Quest'ultima disposizione, a nostro modo di vedere, portava con sè uno dei più gravi difetti di organizzazione della scuola suddetta.

Esaminiamo infatti brevemente come si attuarono i varî corsi.

Sin dal principio, invece di comandarvi come a Tegel ufficiali dei varî gradi, fu limitato l'intervento ai soli capitani. Tre anni dopo si chiamarono anche i maggiori, ma soltanto per pochi giorni e per questioni di condotta del fuoco. Poi, di anno in anno, si susseguirono capitani e qualche tenente; soli capitani; capitani e pochi tenenti. Finalmente da un po' di tempo a questa parte, intervengono regolarmente a Nettuno, i capitani ed i tenenti.

Si è dunque tentennato alquanto per stabilire quale delle categorie di ufficiali si reputava necessario che dovesse frequentare la scuola centrale. A questa incertezza aggiungasi la frequenza con cui si succedettero a Nettuno i comandanti ed i direttori, e noi potremo trovare le ragioni per le quali, un'istituzione così provvidenziale non ha ancora potuto ottenere quell'indirizzo unico e spiccato che le è pure indispensabile.

I corsi naturalmente differirono non poco a seconda dell'epoca nella quale si svolsero. Così taluni ebbero un'impronta piuttosto teorica: termometri e barometri in batteria per regolare le spolette a tempo; il telemetro Gautier divenuto soggetto di troppe conferenze ai capitani, e l'uso pratico di tale strumento spinto talvolta all'esagerazione. I tiri invece ben di rado sviluppati come tiri di guerra; assenza completa di temi e di svolgimenti tattici e perciò d'impiego delle bocche da fuoco stesse.

Altri corsi furono per contro dominati dalle esperienze. Cronografi, tiri a mare pel rimbalzo dei proietti, sistemi svariati di puntamento indiretto, osservatorî portatili, puntelli di sala, cordicelle da sparo, ecc. ecc.

La condotta del fuoco, posta in discussione per tutti gli otto anni, non riuscì a prendere sufficente stabilità, e quella adottata in via di esperimento pare che non abbia a durare a lungo. In nessuno dei corsi attuati, le batterie o le brigate furono impiegate tatticamente, nè mai si fecero studî od applicazioni relative. Si trascurò in tal modo completamente uno degli scopi principali, che pure al secondo comma del citato Atto ministeriale era accennato. Ora, questa esclusione assoluta della tattica, da una scuola che dovrebbe fornire insegnamenti preziosi agli ufficiali che la frequentano, non ci sembra in alcun modo giustificata.

A Tor di Quinto, ogni anno, vi sono corsi di equitazione da campagna per gli ufficiali di cavalleria ai quali prendono parte anche subalterni di artiglieria. I risultati ne sono oltremodo soddisfacenti; chi vi ha assistito od ha osservato attentamente taluno degli ufficiali dopo il corso, se ne sarà facilmente persuaso. Per i tenenti delle nostre batterie si potrebbe senza difficoltà istituire a Nettuno un corso consimile.

I nostri giovani ufficiali avrebbero mezzo di perfezionarsi nel cavalcare, pur continuando ad esercitarsi nel comando della sezione, come praticano da qualche tempo, essendo chiamati ai corsi coi capitani. A nostro modo di vedere, capitani e maggiori, dovrebbero intervenire in un dato numero a ciascun corso; oltre ai tiri di loro spettanza, e pei capitani anche ai tiri di gruppo, si dovrebbero esercitare largamente nell'impiego tattico delle rispettive unità. Si unificherebbero forse allora le idee pratiche sul modo di accedere, tenere ed abbandonare una posizione di combattimento; si estrinsicherebbero fors'anche le forme più semplici evolutive da usarsi in tutti i casi possibili. Ma naturalmente allora, il direttore della scuola centrale dovrebbe prendere per modello le direttive emanate dal von Hindersin; soltanto in tal modo si potrebbero ottenere dei notevoli miglioramenti, e per buona sorte non mancano in artiglieria ufficiali superiori pieni di energia, di buona volontà e di attitudine veramente pratica, capaci di coprire

un posto così importante. Scelto il direttore, non si dovrebbe cambiar più con quella frequenza usata finora.

Il còmpito di chi è a capo della scuola centrale non è facile, ed i continui mutamenti possono rendere illusoria anche questa istituzione, che è senza dubbio la più adatta per far progredire l'istruzione delle nostre batterie, fornendo agli ufficiali un largo e giusto criterio pratico, tattico e tecnico.

Nello scorso anno, a Nettuno, si eseguirono tiri comparativi con una batteria ed una compagnia bersaglieri; si fece anche manovrare uno squadrone contro una batteria che prendeva posizione e faceva fuoco a salva. Speriamo che l'ottimo esperimento iniziato abbia a prendere man mano sviluppo maggiore: le tre armi così raramente si trovano insieme da non conoscersi quasi alla prova del terreno. Le guarnigioni (specie quelle dell'artiglieria) non si prestano sempre, anzi ben di rado, a tali esercitazioni; le grandi manovre sono fatte più specialmente per gli ufficiali di grado molto elevato. A Nettuno invece, con riparti limitati di fanteria e di cavalleria, si potrebbero svolgere ed insegnare i modi d'impiego tattico delle batterie e dei gruppi di esse, profittando delle accidentalità tutte che offre quel poligono svariato. I tiri della fanteria sarebbero di vera istruzione ed utilità per gli ufficiali delle batterie, che praticamente avrebbero modo di conoscer bene l'efficacia del fucile alle varie distanze, la vulnerabilità dei differenti bersagli, la celerità con la quale i tiri stessi si possono eseguire.

A loro volta gli ufficiali di fanteria potrebbero formarsi idee ben definite sul modo di comportarsi dell'artiglieria nel combattimento, sulle varie distanze a cui il cannone è molto efficace, mentre quasi non risente perdite dal fucile, e su quelle piccole alle quali invece, si possono ottenere buoni effetti contro una batteria, purchè si prevenga col fuoco e si riesca a sorprenderla, mentre sta per occupare una posizione.

Sino a non molti anni fa, le batterie nelle marcie trottavano di rado o non sapevano trottare; poi migliorarono sensibilmente, ma oggidì ci sembra che si potrebbe esigere

qualche cosa di più. L'allenamento a lunghi e rapidi percorsi, in pochi giorni consecutivi, è questione da considerarsi seriamente, perchè le nostre batterie in tempo di pace hanno solo un terzo dei cavalli che riceveranno all'atto della mobilitazione. Allenando quindi, regolarmente ogni anno, la minima parte della loro forza di guerra, le batterie avranno ottenuto ben poco pel momento del bisogno. I cavalli di requisizione, che affluiranno a costituire la maggior parte di ciascuna unità, non saranno certo allenati alle vive andature occorrenti in una campagna di guerra.

In queste condizioni noi troviamo indispensabile che sin dal tempo di pace, ufficiali e truppa siano ben edotti sul metodo da seguirsi per ottenere, in pochi giorni, gli sforzi massimi dai quadrupedi senza danneggiarli. Vorremmo quindi che abitualmente, durante l'anno, ogni batteria compisse qualche lunga e rapida marcia, allenandosi d'improvviso in poche tappe.

Negli sforzi di tal genere quanto influisca l'azione del capitano, lo troviamo splendidamente confermato nella recente guerra d'Africa. La batteria da montagna Franzini, per unirsi al più presto possibile al corpo di operazione, fa un seguito non interrotto di marce dai 35 ai 50 *km* al giorno in terreno molto accidentato dall'Asmara a Mai-Marat. Quivi giunta il 28 febbraio, nel giorno successivo si trasferisce al colle Sauria (53 *km*); fa un *alt* di due ore, riprende la marcia e dopo altri 27 *km*. alle ore 8 ½ del 1° marzo, si presenta al generale Ellena, sul campo di battaglia. Il prode capitano, dimentico della propria stanchezza, sa farla dimenticare ai suoi cannonieri e reclama per la sua batteria il posto di combattimento, dopo aver compiuto in 25 ore circa un difficile percorso di 80 *km*.

*
* *

Sinceramente convinti dell'utilità che ne verrebbe alle nostre batterie qualora fosse preso in considerazione quanto siamo andati svolgendo, riassumeremo qui di seguito le proposte che facciamo:

1° adozione sollecita dell'istruzione in esperimento, che si riferisce alle evoluzioni di batteria e di brigata, agli esercizi di marcia, di scelta ed occupazione delle posizioni, di combattimento e di accampamento;

2° indirizzo più largo e più pratico alla scuola centrale di tiro, assegnando uguale importanza al tiro ed all'impiego tattico delle batterie e delle brigate;

3° esercitazioni annuali delle batterie e delle brigate ad improvvisi allenamenti, per lunghe e rapide marce, a scopo d'istruzione degli ufficiali e della truppa.

CARLO NULLO
capitano d'artiglieria.

Miscellanea e Notizie

MISCELLANEA

LE ESPLOSIONI IN APPARENZA SPONTANEE.

Dalla *Revue du cercle militaire* traduciamo le seguenti osservazioni del sig. maggiore Chapel dell'artiglieria francese, competentissimo nella materia: esse ci sembrano molto importanti e recano qualche luce su fatti rimasti sin qui oscuri, e di cui sarebbe utilissimo di poter dare una spiegazione.

***

Non passa anno senza che avvenga, negli arsenali, nei polverifici, nei laboratori pirotecnici militari o privati, qualche grave infortunio causato da esplosivi.

Secondo i risultati delle inchieste, alcune di queste esplosioni sarebbero dovute a cause che nulla presentano di straordinario, come p. es. imprudenza, malevolenza, ecc.; ma la maggior parte di esse, non ostante le più accurate ricerche, resta senza spiegazione: tali sono le esplosioni in certo modo *spontanee*, che avvengono, sia per l'accensione improvvisa e senza causa apparente, di munizioni, artifizi da guerra, materie esplosive qualunque, conservate nei magazzini o in corso di allestimento, sia per la rottura subitanea, dovuta a cause indeterminate, di recipienti, che contengono liquidi volatili o gas sotto pressione.

Se si seguono con qualche attenzione le circostanze di questi infortuni, come faccio io da qualche anno, si riconosce tosto che essi non si producono quasi mai isolatamente, ma avvengono d'ordinario, per così dire, per serie.

Nelle *Note* che ho raccolto in proposito, giorno per giorno, si trovano molti fatti simili ai seguenti:

« Il 3 luglio 1895 scoppia, al parco aerostatico di Berlino, un recipiente di idrogeno (1 morto e 3 feriti); il giorno dopo (4 luglio) avviene un infortunio identico al parco aerostatico di Anversa (6 feriti).

« Alla stessa data, esplosioni diverse nella regione.

« Il 21 maggio 1895, verso mezzogiorno, esplode, nella scuola pirotecnica della marina a Tolone, una cassa di artifizi da guerra, incendiando una officina ed uccidendo due operai. Nello stesso giorno, alle ore 4, sempre a Tolone, nell'arsenale dell'artiglieria di terra, scoppia una granata carica di melinite, facendo altre 2 vittime. »

E recentemente:

« Il 30 luglio u. s., esplosione al laboratorio pirotecnico di Fünfkirchen, presso Vienna (3 morti e 43 feriti).

« Nello stesso giorno, a Lodz (Polonia), distruzione di una farmacia, in seguito all'esplosione di una damigiana di etere (parecchi morti e feriti). »

Questo raggruppamento, in certo modo sistematico, delle esplosioni, aventi carattere spontaneo, in uno stesso periodo, sembra indicare che esse procedono da una azione esterna comune, e che bisogna ricercarne la causa, almeno occasionale, in uno degli agenti atmosferici.

Più volte si è tentato di spiegare alcuni di questi infortuni, attribuendone l'origine ad un aumento improvviso di temperatura, ad un riscaldamento repentino, sufficiente per produrre l'accensione; ma, oltre che le esplosioni spontanee avvengono anche nelle giornate più fredde, questa ipotesi non spiegherebbe le esplosioni, che accadono senza essere precedute da accensione.

Le fluttuazioni della pressione atmosferica non dànno una spiegazione migliore; infatti non è ammissibile che una variazione barometrica di qualche millimetro possa determinare delle accensioni, oppure possa produrre la rottura di recipienti caricati normalmente colla pressione di parecchie atmosfere e talvolta anche di centinaia di atmosfere.

A maggior ragione sembra doversi escludere che quelle esplosioni siano da attribuirsi al vento od allo stato igrometrico dell'aria.

Resta l'*elettricità atmosferica*.

Nell'esame di quest'ultima influenza si presenta una difficoltà: le osservazioni elettrometriche sono difficili e delicate, e quindi rare; inoltre, quando eccezionalmente ve ne sono, non possono essere utilizzate che per punti molto vicini al luogo di osservazione. Da ultimo i risultati ne diventano quasi sempre incerti e confusi durante i temporali, vale a dire nel momento in cui sarebbero più importanti.

Ma, in mancanza di simili osservazioni, vi è un fatto generale, bene accertato, che viene a dare valido appoggio all'ipotesi che causa occasionale delle esplosioni in apparenza spontanee è l'aumento del potenziale elettrico del mezzo ambiente.

Questo fatto è che invariabilmente tali esplosioni coincidono con perturbazioni tempestose intense e con uno stato elettrico dell'atmosfera del tutto anormale.

Ho segnalato più sopra una serie di esplosioni avvenute nei primi giorni di luglio 1895 a Berlino, ad Anversa ed in tutta la regione: ebbene, il 1° ed il 2 luglio dei violenti temporali si scatenarono sulla Ger-

mania, ed il 3 ed il 4 la zona tempestosa si estese sull'Olanda e sulla parte nord-occidentale del continente europeo.

Per le esplosioni del 21 maggio 1895, a Tolone, la coincidenza è evidentissima; dal 18 al 23 il bollettino meteorologico non segnala per tutta l'Europa che tre temporali e tutti tre scoppiarono fra Nizza e Tolone.

Il giorno dopo quello in cui avvennero recentemente le esplosioni a Fünfkirchen ed a Lodz (30 luglio 1896), un uragano disastroso si scatenò su tutta la regione, facendovi delle altre vittime.

Sempre ed ovunque si osserva questa stessa coincidenza e con tale costanza, che si può formulare la legge seguente:

Allorchè in un punto sono segnalate esplosioni senza cause determinate, si deve ritenere come molto probabile che nella regione siano avvenuti poco prima, o siano prossimi ad avvenire, temporali o gravi perturbazioni meteorologiche.

Ricorderò a questo proposito che, appena qualche giorno fa (il 5 agosto), si verificò nel laboratorio di allestimento delle cartucce a Tunisi, durante una violenta tempesta di scirocco, una terribile esplosione.

Da ultimo, nell'ora stessa in cui scrivo (12 agosto) si ha notizia di un grave infortunio avvenuto ad Issy-sur-Seine: ivi avvenne l'esplosione di un serbatoio di ammoniaca compressa, ferendo gravemente 3 persone; appunto in quel momento imperversava su Parigi e sui dintorni un temporale di estrema violenza, colla caduta di molti fulmini.

***

Sarebbe, naturalmente, prematuro voler dedurre da questo complesso di fatti una spiegazione definitiva sul nesso esistente fra le due specie di fenomeni; mi pare tuttavia utile mettere in luce, con qualche rapida considerazione, che questa relazione, per quanto singolare apparisca a primo aspetto, può giustificarsi molto facilmente, e deriva, a quanto pare, dalle leggi fisiche più semplici e meglio conosciute.

1° CASO. *Esplosioni per accensione.* — Durante i periodi tempestosi i corpi, secondo la loro maggiore o minore conducibilità e le loro condizioni d'isolamento, tendono a caricarsi di elettricità: trovo nelle mie note numerosi esempi di oggetti che davano scintille al semplice contatto e talvolta anche spontaneamente. Ciò è più che sufficiente per spiegare l'accensione: per la maggior parte delle materie pirotecniche in uso basterebbe anche la scarica oscura.

2° CASO. *Esplosioni senza accensione.* — Allorchè il potenziale elettrico del mezzo ambiente varia, quello dei vapori o gas chiusi tende a mettersi in equilibrio; questo sforzo, a cui si oppone l'involucro più o

meno isolante, necessariamente si manifesta nei punti, nei quali la riunione dei due fluidi disegualmente elettrizzati può più facilmente effettuarsi, cioè nei punti deboli preesistenti, come le giunture, le screpolature, le fenditure, le corrosioni, ecc.: così hanno origine le sfuggite e le rotture.

Da queste considerazioni sommarie risulta anzi tutto che non solamente le sostanze esplosive, ma le materie infiammabili di qualunque specie sono soggette ad accendersi per effetto della elettricità. Si avrebbe così una spiegazione degli incendi senza causa determinata, che, come si è già accennato, sono particolarmente frequenti durante i periodi tempestosi.

Si rileva poi che l'azione pericolosa deve esercitarsi non solo su serbatoi racchiudenti gas ad alta tensione; ma in modo generale su qualunque recipiente, tubo, caldaia, generatore, ecc., che contenga gas o vapori più o meno isolati dal mezzo ambiente.

Su questo punto, a mio parere, i dati sui numerosi infortuni, dei quali ho potuto prendere nota, sono molto concludenti; così il 4 luglio 1895, quasi nel momento stesso in cui avveniva l'esplosione al parco aerostatico di Anversa, scoppiava la caldaia di un piccolo battello a vapore a Bruxelles, cagionando la morte di 3 persone, ed il giorno dopo una disgrazia simile avvenne anche in Inghilterra.

Nello stesso ordine d'idee, la statistica molto accurata, pubblicata annualmente dal servizio delle mine, riguardo agli infortuni che avvengono in Francia nei motori a vapore, offre materia ad osservazioni molto importanti. Ma non è questo nè il momento, nè il luogo di farne conoscere i risultati; ciò che occorre ora è di stabilire, su dati rigorosamente accertati, la esattezza della relazione che abbiamo indicata, e di ottenerne la verificazione e la sanzione scientifica, per mezzo della discussione metodica di una grande quantità di fatti bene osservati.

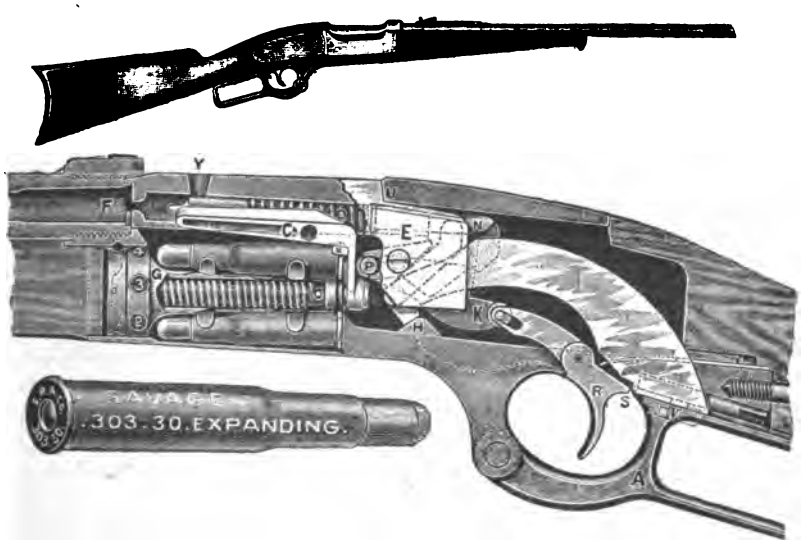
Appunto, per incitare il maggior numero possibile di osservatori ad eseguire questa verificazione, m'è parso utile di esporre qui i risultati delle mie prime ricerche; benchè essi siano ancora molto lontani dall'avere forza di dimostrazione, vi si può tuttavia trovare un utile avvertimento, e forse basteranno per suggerire ai nostri arsenali, ai laboratori pirotecnici ed agli altri stabilimenti qualche nuova misura di precauzione, e per richiamare su questo importante problema l'attenzione e gli studî di coloro, ai quali esso interessa maggiormente, perchè hanno responsabilità di vite umane.

a

IL FUCILE SAVAGE PER L'ESERCITO DEGLI STATI UNITI.

La commissione nominata dal governo degli Stati Uniti, coll'incarico di esaminare le differenti armi presentate per la fornitura di 150 000 fucili occorrenti per la guardia nazionale, ha classificato in 1ª categoria il fucile fabbricato dalla società Savage.

Questo è un fucile a leva, il cui magazzino centrale contiene 5 cartucce, oltre quella contenuta nella camera. La sezione rappresentata nel-



l'unita figura, che riportiamo dallo *Scientific American*, mostra le parti principali del meccanismo, che sono:

A la leva, che serve anche di ponticello;

B il dente dell'arresto di ripetizione;

C l'arresto di ripetizione;

E l'otturatore;

F l'estrattore: esso è molto potente ed opera sempre, qualunque sia la celerità di caricamento; i bossoli vengono lanciati a destra;

G l'elevatore automatico: è un sistema circolare che ha per scopo di far passare le cartucce dal serbatoio nella camera del fucile;

H il dente della culatta mobile, contro il quale si arresta l'estremità della leva;

K lo scatto;

N il percursore: la sua estremità posteriore, ossia il cane, non sporge verso l'esterno;

O la molla spirale;

P il perno dello scatto;

R il grilletto;

S l'incavo di sicurezza del grilletto: ha per iscopo di permettere che il grilletto possa operare solo quando la leva è completamente chiusa;

U l'apertura di caricamento;

V la copiglia per chiudere il meccanismo;

Y il foro indicatore: per mezzo di due lettere **F** e **S** (*fuoco* e *sicurezza*), che ivi appaiono, si può conoscere quando il fucile è armato o disarmato;

1, 2, 3, 4, 5, numeri segnati presso il fianco sinistro del serbatoio: fra questi numeri, quello che è visibile all'esterno indica il numero delle cartucce contenute nel serbatoio.

Quest'arma si può impiegare a ripetizione od a caricamento successivo; ciò che si ottiene dando una posizione determinata all'arresto di ripetizione. Le varie operazioni per eseguire la carica e lo sparo si succedono nel seguente modo.

Supponendo che il fucile sia stato sparato, si abbassa la leva: con ciò viene lanciato fuori il bossolo. Si colloca una cartuccia nella camera e si alza la leva: con tale movimento la cartuccia viene introdotta intieramente nell'arma, il meccanismo viene ermaticamente chiuso, l'estrattore afferra il fondello della cartuccia e il percussore si arma. Allora è possibile sparare operando sul grilletto.

Volendo far uso della ripetizione, le operazioni della carica si riducono ad abbassare e sollevare la leva.

Dagli esperimenti fatti dalla commissione risulta che, caricando colpo per colpo, si possono sparare 38 colpi in un minuto.

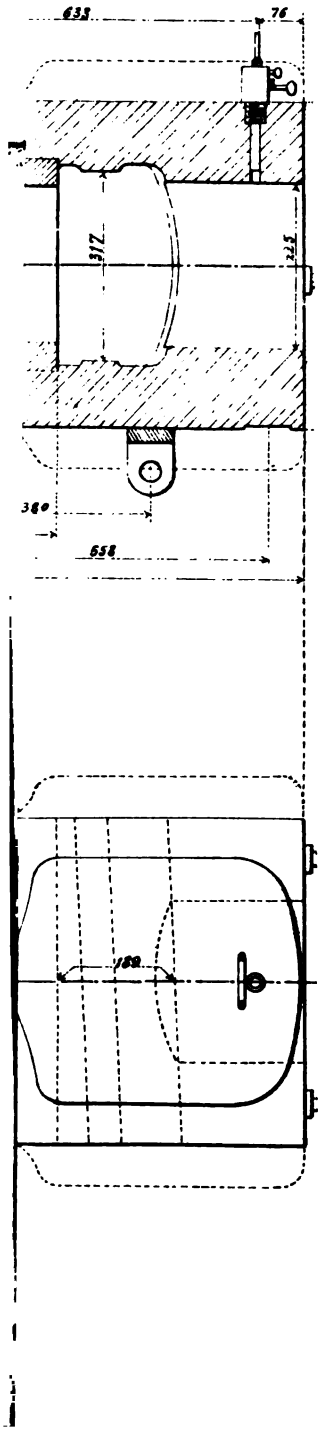
La lunghezza della canna è di 0,75 *m*; il calibro di 0",30 = 7,62 *mm*; il peso totale dell'arma di circa 4 *kg*.

La carica è di 2 *g* di polvere senza fumo, fabbricata dalla stessa società Savage, in modo speciale, senza l'impiego di nitroglicerina. Con essa si dà la velocità iniziale di 600 *m*: il punto in bianco è a distanza di 250 *m*.

Sembra che a 900 *m* questo fucile si sia dimostrato superiore, tanto al Krag-Jörgensen, del quale è già armato l'esercito, quanto al Lee col quale venne armata la marina degli Stati Uniti. Come si sa, ed è da tutti riconosciuto, il più grande inconveniente di questo armamento consiste nella differenza dei calibri di questi fucili, essendo il calibro del primo di 7,62 *mm* e quello del secondo di 6 *mm*, per cui sarebbe desiderabile che un fucile, più perfezionato, venisse sostituito ad entrambi.

p.

Mortaio 1



NUOVI MATERIALI D'ARTIGLIERIA ADOTTATI IN RUSSIA.

Dalle *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Genie-Wesens* togliamo i seguenti brevi cenni descrittivi circa alcuni materiali d'artiglieria, recentemente adottati in Russia.

Mortaio leggiero da 23 cm. — Con *Prikas* n. 196, del 2 novembre 1896, fu modificato il paiuolo, introdotto in servizio nel 1893, per il mortaio leggiero da 23 *cm*, incavalcato su affusto con sotto-affusto. Le fig. 1ª e 2ª della tav. I rappresentano il paiuolo modificato.

Con altro *Prikas*, di pari data, le tavole di costruzione provvisorie del mortaio leggiero da 23 *cm*, pubblicate nel 1892, furono sostituite da tavole di costruzione definitive. Da queste la struttura della bocca da fuoco risulta com'è indicato nelle fig. 3ª, 4ª, 5ª e 6ª della tavola suddetta.

La lunghezza totale del mortaio è di 1752 *mm* = 7,7 calibri; il numero delle righe è di 52; la rigatura è mista, si compone cioè di un primo tratto, lungo 1022 *mm*, a passo progressivo (parabolico) e di un secondo tratto, lungo 150 *mm*, a passo costante. L'inclinazione iniziale delle righe è di 5° 16′ e quella finale di 11° 50′. Il peso della bocca da fuoco, compreso l'otturatore, è di 1771 *kg*.

Quadrante a livello con specchio. — Per facilitare ai puntatori il puntamento col quadrante delle bocche da fuoco incavalcate su affusti alti e poste dietro parapetti, e perchè i puntatori stessi, durante le operazioni che devono compiere, possano tenersi maggiormente al coperto, con *Prikas* n. 212 del 30 novembre 1895, fu determinato che i quadranti a livello siano provvisti di uno specchio. Nella fig 7ª della tavola sopra citata si vede come tale specchio è applicato allo strumento.

Affusto a perno centrale per cannoni leggieri da campagna. — Questo affusto, sul quale s'incavalcano i cannoni leggieri da campagna che servono per il fiancheggiamento degli intervalli nelle piazze forti, fu proposto dal colonnello Durlacher e fu adottato con *Prikas* n. 223 del 14 dicembre 1895. Esso è rappresentato nelle figure della tavola II, dalle quali se ne rilevano i particolari di costruzione. Il suo ginocchiello è di 1,3 *m*; il suo peso complessivo, compreso il rocchio, è di 770 *kg*; il rocchio pesa 164 *kg*.

Il settore verticale di tiro concesso dall'affusto si estende da — 5° a + 10°.

Paiuolo per il mortaio leggiero da 21 cm. — La tavola III rappresenta il paiuolo adottato, con *Prikas* n. 91, in data 20 dicembre 1895, per il mortaio leggiero da 21 *cm*.

Questo paiuolo si compone delle seguenti parti:

10 travicelli *A* delle dimensioni di 305 × 15 × 15 *cm*;
1 battente *B* delle dimensioni di 305 × 15 × 15 *cm*;
6 dormienti lunghi *C* delle dimensioni di 488 × 15 × 15 *cm*;
4 dormienti corti *D* delle dimensioni di 348 × 15 × 15 *cm*;
4 mozzature di dormiente *E* delle dimensioni di 91 × 15 × 15 *cm*;
21 tavoloni *F* delle dimensioni di 305 × 23 × 7,6 *cm*;
81 chiodi;
1 piastra del perno *H* coi rispettivi chiodi per assicurarla al paiuolo;
1 chiavarda *J* col relativo dado.

Il peso del paiuolo completo è di 1722 *kg*.

α.

DATI SUI FUCILI IN SERVIZIO NEI PRINCIPALI ESERCITI.

Il tenente svizzero dott. Reintold Günther pubblica nella *Internationale Revue* lo specchio che qui appresso riproduciamo, nel quale ha raccolto i dati più importanti relativi ai fucili in servizio nei principali eserciti.

Abbiamo procurato di rendere, per quanto ci fu possibile, completo tale specchio, aggiungendovi il fucile giapponese da 8 *mm*, M. 1889, sistema Murata, nonchè parecchi dati che mancavano nell'originale. Altri dati abbiamo corretti, valendoci delle notizie, che ci sembravano più esatte, già riportate nella nostra *Rivista* o contenute in altre pubblicazioni.

Crediamo necessario osservare inoltre che, secondo informazioni recenti, in Norvegia fu decisa, e forse è già avvenuta, l'adozione di un fucile a ripetizione da 6,5 *mm* sistema Krag-Jörgensen, di costruzione simile a quello in servizio nell'esercito danese (1).

Anche la Svezia, a quanto pare, adotterà fra breve un nuovo fucile da 6,5 *mm*, sistema Mauser (2).

α.

(1) Alcuni dati relativi a quest'arma si trovano in questa *Rivista*, anno 1894, volume III, pag. 151 ed anno 1895, vol. I, pag 159, nello studio del tenente OTTOLENGHI, intitolato: *Uno sguardo all'armamento portatile europeo.*

(2) V. *Rivista*, anno 1895, vol. IV, pag. 517.

incipali e

nda

1893
Mannliche
1280
4100
77
790
—
6,5
4
0,15
2,5
270
sinist
5° 50
ite a quadr
2
40
20

CANNONE SPAGNUOLO DA MONTAGNA A TIRO RAPIDO.

Il Governo spagnuolo ha recentemente comprato dalla casa Krupp un certo numero di cannoni da montagna a tiro rapido per impiegarli nella guerra di Cuba.

Riportiamo dal *Memorial de artilleria* i seguenti cenni relativi a questa bocca da fuoco, al suo materiale, al tiro, ecc.

Cannone.

Il cannone (fig. 1ª, 6ª, 7ª e 8ª) del calibro di 7,5 *cm* è di acciaio, a rigatura progressiva, munito della chiusura a cuneo Krupp modificata in modo da servire per il caricamento rapido e per l'impiego del cartoccio metallico. L'otturatore contiene nel suo interno il meccanismo di percussione che si arma automaticamente quando vien girato il manubrio per aprire la culatta; si fa scattare il percussore mediante una cordicella da sparo. Vi è inoltre, per i bossoli dei cartocci sparati, un estrattore che entra in azione quando, per aprire la culatta, il servente di ciò incaricato tira a sè il cuneo dell'otturatore.

Affusto,

L'affusto (fig 6ª, 7ª, 9ª, 10ª e 11ª) è interamente d'acciaio, fatta eccezione per le ruote· sue caratteristiche essenziali sono:

1° la coda separabile dal corpo d'affusto;

2° un freno pel rinculo, costituito da un vomere di coda che s'incastra nel suolo e da un sistema di molle Belleville;

3° un blocco di acciaio distinto dal corpo d'affusto, che porta le orecchioniere ed è girevole attorno ad un perno verticale per il puntamento in direzione del pezzo.

L'affusto si scompone pel someggio in 4 parti, cioè: il corpo d'affusto con le orecchioniere, la coda, la sala e le ruote; senza contare la timonella che costituisce un'appendice del sistema.

Il corpo d'affusto (fig. 6ª, 7ª e 9ª) è formato da una lamiera foggiata ad ⊔ cogli orli ripiegati esternamente ad angolo retto: in esso si osserva principalmente:

verso la sua estremità posteriore, un calastrello orizzontale nel quale sono praticate due feritoie; due orecchiette facenti parte della coda passano entro le feritoie e vi sono fissate ciascuna con una robusta chiavetta che è unita al calastrello mediante una catena;

davanti al calastrello, una chiavarda che va da un fianco all'altro del corpo d'affusto e serve d'appoggio ad un incavo semicircolare che la coda presenta anteriormente nella sua parte inferiore;

l'apparecchio di punteria in elevazione: è costituito da una vite doppia, da una ruota dentata conica che serve da chiocciola alla vite esterna e da un sistema d'ingranaggi mediante il quale, il movimento è trasmesso da un volantino situato sul fianco esterno dell'affusto alla suddetta ruota dentata:

l' apparecchio di punteria in direzione, per piccoli spostamenti del pezzo: è costituito semplicemente da una vite che ha la sua chiocciola in uno zoccolo fisso al fianco sinistro del corpo d'affusto e si attacca con la sua estremità al fianco sinistro del blocco che porta le orecchioniere:

un calastrello orizzontale presso la testata anteriore del corpo di affusto, il quale oltre a collegare i fianchi serve anche come piano d'appoggio al blocco delle orecchioniere: presenta un foro per il perno delle orecchioniere stesse:

finalmente verso la estremità posteriore, tre maniglie, due laterali ed una in testata.

Il blocco delle orecchioniere fucinato a forma di ⊔ porta superiormente le orecchioniere nelle quali il cannone è assicurato mediante sopraorecchioni: dal fondo sporge inferiormente un cilindro cavo che costituisce l'asse di rotazione del blocco e attraversa il calastrello orizzontale e il fondo del corpo d'affusto: sotto a questo è attraversato da una chiavetta che serve così a riunire il blocco al corpo d'affusto.

Sul fianco sinistro del blocco è fissata una piastra la quale inferiormente è unita mediante un perno all'estremità della vite del congegno di punteria in direzione: al pezzo vengono così comunicati degli spostamenti azimutali che però sono limitati a 2°,5 verso sinistra e 1°,5 verso destra, da due denti d'arresto disposti lateralmente sul calastrello orizzontale del corpo d'affusto.

La coda (fig. 6ª, 7ª e 10ª) è formata da una lamiera piegata nello stesso modo di quella del corpo d'affusto, ma di sagoma più stretta, in modo da potere essere introdotta nel corpo stesso: in essa si osserva:

nella parte inferiore, anteriormente, una scanalatura rivestita da una lamiera simicilindrica che è fissata con chiodi ribaditi; questa scanalatura prende appoggio sulla chiavarda già accennata che traversa il corpo d'affusto;

due rinforzi fissati con chiodi ribaditi sui fianchi della coda: portano le due orecchiette che servono ad unire la coda al corpo d'affusto;

due calastrelli verticali, i quali oltre che rinforzare il sistema, costituiscono un cassettino utilizzato per riporvi alcuni accessori: il casset-

tino è provvisto di coperchio: il calastrello posteriore presenta un foro entro cui passa e può scorrere l'asta su cui sono investite le molle discoidali del freno;

il freno a vomere e molle: il vomere è costituito da una pala che si incastra nel suolo e da tre orecchiette: di queste, le due esterne, sono attraversate da una chiavarda a maniglia che attraversa anche i due fianchi della coda e costituisce l'asse di rotazione del vomere al momento dello sparo; l'orecchietta centrale appoggia contro l'estremità di un'asta sulla quale è investito un sistema di molle Belleville: tale asta alla sua estremità anteriore porta una avvitatura con dado per mantenere le molle discoidali a contatto fra loro; l'estremità posteriore appoggia contro l'orecchietta centrale del vomere, in modo che al momento del rinculo l'asta è spinta innanzi penetrando nel cassettino attraverso il calastrello posteriore e le molle sono compresse:

finalmente, verso la estremità posteriore, due maniglie ed altre parti accessorie che servono per fissare la manovella di mira e la timonella, per collocare più in alto il vomere durante il someggio, ecc.

La sala (fig. 11ª) passa attraverso i fianchi del corpo d'affusto, fra l'apparecchio di punteria in elevazione e il blocco delle orecchioniere: un dente che sporge dal fianco sinistro dell'affusto s'incastra nella sala e la mantiene fissa nella dovuta posizione.

La sala ha una parte dipinta in bianco e una riga nera anteriormente, indicazioni che servono a mostrare a prima vista il modo con cui deve essere introdotta nell'affusto.

Le ruote (fig. 6ª e 11ª) sono composte ciascuna di 12 razze di legno, 3 gavelli di legno (segati dritti e poi curvati), un mozzo di acciaio un cerchione di acciaio pudellato. È notevole il modo con cui sono allogate le razze e che permette facilmente la sostituzione di una razza rotta: le due piastre che formano il mozzo presentano 12 salienti nella direzione dei raggi della ruota in modo da determinare altrettanti incastri per una delle estremità delle razze: l'altra estremità non è fissata direttamente al gavello ma entra per 7 o 8 *mm* in un cappelletto di acciaio che abbraccia il gavello e vi è fissato con 3 viti. Ogni razza è unita al mozzo mediante una chiavarda, sopra una delle estremità della quale si avvita il dado che serve a stringere fra loro le due piastre del mozzo.

Munizioni.

Il cannone lancia i tre proietti, granata (con spoletta a percussione), shrapnel (con spoletta a doppio effetto) e scatola a metraglia. I proietti sono uniti al relativo bossolo metallico: per i particolari di costruzione e per l'insieme del cartoccio, vedansi le fig. 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 7ª e i dati numerici riportati più sotto.

Someggio.

Pel trasporto, il materiale sopra descritto va diviso fra 4 muli, più quelli occorrenti per le munizioni: il 1° mulo porta il cannone; nelle marce fuori della presumibile zona di combattimento si può, per alleggerirlo, togliere l'otturatore al cannone facendolo trasportare da un altro quadrupede; il 2° mulo porta il corpo d'affusto: è questo il carico più pesante e al tempo stesso più incomodo per l'altezza alla quale si trova il suo centro di gravità; per alleggerirlo, si potrà nelle condizioni suaccennate separare il blocco delle orecchioniere dal corpo d'affusto; il 3° mulo porta la coda dell'affusto e la timonella: sembrerebbe più conveniente togliere dal suo carico la timonella che è causa di imbarazzo e di ritardo quando si vuol scaricare e comporre l'affusto; il 4° mulo porta la sala e le ruote; vengono in seguito i muli porta munizioni, ognuno dei quali porta 2 cofani con 6 colpi ciascuno

Il basto è lo stesso per tutti i muli, ma a seconda del carico vi si aggiunge una speciale armatura.

Esso è formato (fig. 8ª a 12ª) da due fusti d'acciaio temprato e ricotto fucinati a stampo, riuniti e mantenuti alla dovuta distanza da due tavole di legno di faggio convenientemente curvate: i fusti e le tavole sono uniti fra loro mediante chiavarde; il fusto anteriore è alquanto più piccolo del posteriore per adattarsi alla forma dell'animale; sulla parte superiore del basto, inchiodata agli orli delle tavole, si trova una striscia di grosso cuoio fortemente tesa.

L'imbottitura, di paglia, è unita al basto per mezzo di coregge.

Sui fusti e sulle tavole si osservano diversi ganci, feritoie, fori per il passaggio di cinghie, ecc.

Le armature che si aggiungono ai basti per facilitare il caricamento del cannone e delle diverse parti dell'affusto sono di acciaio fucinato a stampo: quella che serve pel cannone (fig. 8ª) è formata da due fianchi che portano le orecchioniere e da due testate sulle quali appoggiano la volata e la culatta del pezzo e che si adattano sui fusti del basto: queste 4 parti riunite fra loro con chiodi ribaditi formano un insieme unico e rigido che si fissa al basto mediante chiavarde. Le armature per le diverse parti dell'affusto sono invece formate da due parti che vengono separatamente applicate e fissate sui fusti del basto. Pel caricamento dei cofani non occorre nessuna armatura.

Per scaricare il materiale che costituisce il pezzo e mettere questo in batteria occorrono 35": per scomporlo e ricaricare il materiale occorrono 55": è probabile che con un personale bene istruito e pratico questo tempo potrà essere anche più breve.

Tiro.

Sono state fatte esperienze con cariche di 170 e 190 *gr* di polvere senza fumo W. P. C./89 ($2 \times 2 \times {}^{3}/_{4}$). alle quali corrispondono rispettivamente velocità iniziali di 275 e 300 *m*, con pressioni medie di 1642 e 1928 *kg* al *cmq*. Si è però avuto a verificare che con quest'ultima carica l'affusto si trova sottoposto ad un tormento eccessivo, senza che si raggiungano in compenso notevoli vantaggi balistici: specialmente poi si è osservato che si manifestava una tendenza del pezzo a ribaltarsi lateralmente, quando si sparava con grandi angoli di elevazione e l'asse del cannone si trovava spostato rispetto a quello dell'affusto pel puntamento laterale È stata quindi riconosciuta la convenienza di escludere la carica maggiore. Con la carica minore l'affusto resiste bene all'azione dello sparo e presenta le necessarie garanzie di stabilità.

Durante il tiro, sia quando il vomere è stato incastrato nel terreno prima d'incominciare il fuoco, sia quando è incastrato per effetto dei primi colpi, le molle discoidali operano come ricuperatori della forza viva di rinculo per riportare il pezzo nella primitiva posizione: per puntarlo di nuovo in direzione, se non è sufficiente l'apparecchio di punteria si potrebbero spostare le ruote, ma sarà invece più conveniente dar di nuovo approssimativamente la direzione al pezzo muovendo la coda dell'affusto; così nei successivi spari si va formando un solco trasversale di ampiezza sufficiente per eseguire facilmente il puntamento durante tutto il tempo del fuoco.

Quantunque le tavole di tiro si estendano fino alla distanza corrispondente ad una elevazione di 20°, (3900 *m*), la costruzione dell'affusto permette al pezzo soltanto l'elevazione di 15° 30′ corrispondente alla distanza di 2900 *m*: si può però tirare a distanze maggiori interrando la coda: in terreno molle, premendo sul vomere si raggiungono 17° a 18° e col procedere del fuoco anche un'elevazione maggiore. Quando il terreno troppo duro non permette al vomere d'incastrarvisi, può essere necessario toglierlo per non limitare di troppo la possibile gittata; senza il vomere e se non si dispone di alcun altro mezzo per frenare il rinculo, questo può giungere fino a 8 *m*, ciò che costituisce un inconveniente, sia per la celerità del tiro, sia rispetto alle condizioni del terreno nel quale questo materiale sarà il più sovente impiegato.

Quanto alla celerità del tiro, la casa costruttrice del materiale indicherebbe come massima possibile, da mantenersi per qualche minuto, quella di 6 colpi al minuto, a granata o shrapnel, e 10 colpi al minuto a metraglia. Effettivamente nei tiri di esperienza si eseguirono delle serie di 10 colpi in terreno ordinario, con la celerità di 3 colpi al minuto a granata o a shrapnel: con questo ultimo proietto però, le spolette erano preventivamente graduate e al momento di caricare si aggiungeva soltanto

l'innesco. Nel tiro a metraglia si raggiunse la celerità di 7 $^1/_2$ colpi al minuto.

I risultati ottenuti nelle prove di precisione differirono poco da quelli indicati nelle tavole.

A 2200 *m* tirando contro tre file di bersagli, con 10 colpi a granata si ottennero 99 punti colpiti e con 10 colpi a shrapnel (uno dei quali non esplose) 718 punti colpiti ben ripartiti.

Col tiro a mitraglia furono eseguite serie di tiro fino a 450 *m* di distanza e si ebbero le pallette sparse sopra una zona assai estesa e ben ripartite: il maggiore effetto si ottenne a 300 *m*.

Dati numerici relativi al materiale

Cannone.

Calibro	*mm*	75
Lunghezza totale del cannone	»	825
	calibri	11
Lunghezza dell'anima	*mm*	655
Lunghezza della parte rigata	»	457
Numero delle righe	»	28
Profondità delle righe	»	0,75
Larghezza delle righe	»	5,92
Larghezza dei pieni	»	2,50
Diametro fra i pieni	»	75
Diametro fra le righe	»	76,5
Passo iniziale delle righe	»	3375
	calibri	45
Passo finale delle righe	*mm*	1875
	calibri	25
Lunghezza della linea di mira	*mm*	525
Capacità della camera a polvere	dm^3	0,55
Capacità dell'anima	»	2,93
Peso totale del cannone coll'otturatore	*kg*	106
Preponderante	»	18

Affusto.

Peso dell'affusto con la sala e le ruote	*kg*	282
Peso dell'affusto col cannone	»	388
Peso del corpo d'affusto senza sala	»	110
Peso della coda	»	78
Peso della sala con accessori	»	26
Peso di una ruota	»	34
Peso della timonella	»	19

Fig. 11a

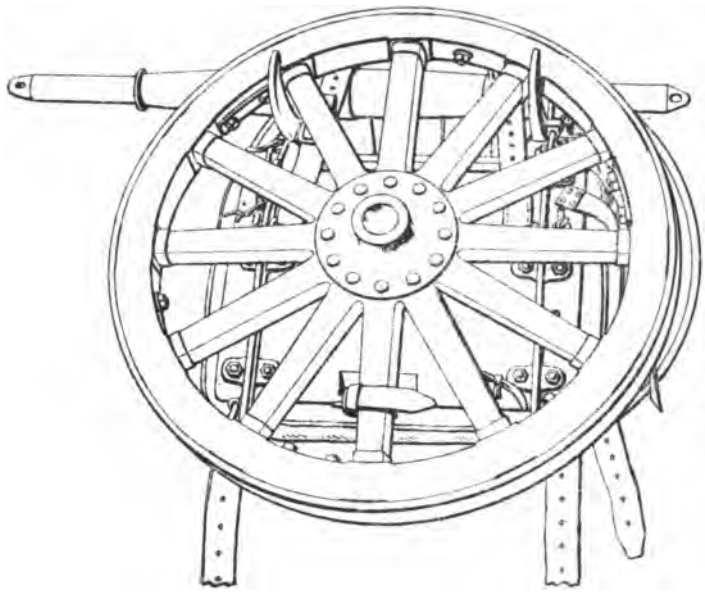
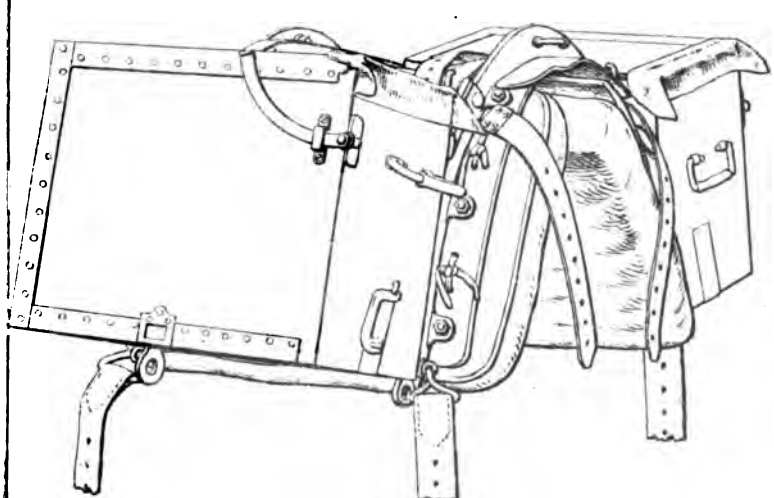


Fig. 12a



UNIV. OF MICH.

Lunghezza del corpo d'affusto	*mm*	985
Lunghezza della coda	»	1175
Lunghezza della sala	»	1081
Altezza dell'asse dell'anima quando il cannone è in batteria	»	635
Diametro della ruota	»	800
Carreggiata dell'affusto	»	830
Settore di tiro: verticale da + 20° a — 10′; orizzontale da + 1°,5 a — 2°,5		

Cofani di munizioni.

Lunghezza del cofano	*mm*	447
Larghezza	»	241
Altezza	»	373
Peso di un cofano vuoto	*kg*	14
Numero delle cariche di un cofano		6
Peso delle munizioni contenute in un cofano	*kg*	41,70
Peso di un cofano pieno	»	55,70

Munizioni.

Peso di un proietto (granata o shrapnel) carico e munito di spoletta	*kg*	6
Peso della carica di scoppio: granata	»	0,155
Peso della carica di scoppio: shrapnel	»	0,090
Numero delle pallette contenute in un shrapnel		225
Peso di una palletta di shrapnel	*kg*	0,011
Peso della spoletta: a percussione per granata	»	0,125
Peso della spoletta: a doppio effetto per shrapnel	»	0,460
Numero delle pallette della scatola a metraglia		310
Peso di una palletta della scatola a metraglia	*kg*	0,016
Peso della carica	»	0,166
Peso del bossolo	»	0,750
Peso del cartoccio completo (granata o shrapnel)	»	6,950
Peso del cartoccio completo (metraglia)	»	7,450

Dati relativi al tiro.

Velocità iniziale	*m*	275
Angolo di rilevamento		32′
Forza viva iniziale	*tm*	23,14
Forza viva iniziale per *kg* di peso del pezzo (cannone e affusto)	*kgm*	59,06
Distanza corrispondente alla massima durata della spoletta dello shrapnel	*m*	3570

Distanza	Angolo di elevazione	Angolo di caduta	Velocità restante	Dimensioni della striscia contenente il 50 % dei colpi		
				Altezza	Larghezza	Profondità
m			m	m	m	m
500	1° 19′	2° 3′	262	0,4	0,3	11
1000	3° 22′	4° 19′	250	1	0,7	13
1500	5° 39′	6° 51′	239	1,9	1,4	16
2000	8° 10′	9° 46′	229	3,4	2,3	20
2500	10° 55′	13° 2′	220	5,8	3,5	25
3000	13° 56′	16° 46′	212	9,7	4,9	32
3500	17° 19′	21° 1′	206	15,8	6,7	42
3900	20° 21′	24° 49′	202	—	8,3	50

LA CURA DEGLI INDIVIDUI COLPITI DA SCARICHE ELETTRICHE.

A cagione del grande sviluppo dato oggidì alle applicazioni dell'elettricità, le disgrazie prodotte dalle scariche elettriche diventano di giorno in giorno più frequenti: è quindi importante che ognuno sia in grado di fornire subito, agli individui colpiti, quei soccorsi intelligenti ed immediati che la gravità del caso richiede. Riusciranno quindi utili le seguenti prescrizioni che togliamo da un articolo del *Cosmos*.

Le esperienze di d'Arsonval hanno dimostrato che, generalmente, l'elettricità produce un arresto nella respirazione per causa di una specie di commozione. Non prestando in tempo le cure necessarie, l'individuo colpito da una scarica elettrica muore per asfissia, sebbene, nella maggior parte dei casi, sia facile richiamarlo in vita.

Perciò è necessario *trattare l'individuo fulminato come un annegato:* si devono cioè slacciare tutti i legacci che possono impedire la circolazione, fare delle frizioni energiche su tutto il corpo, attuare la respirazione artificiale, ecc. Il dottor Laborde ha trovato inoltre un mezzo ancor più semplice per giungere al medesimo risultato, quello cioè di eseguire le trazioni ritmiche della lingua: queste trazioni, continuate con me-

todo (1) durante un certo tempo, hanno prodotto sovente dei richiami in vita, paragonabili a vere risurrezioni.

Sono queste le cure immediate da applicarsi a chiunque si trovi in stato di morte apparente per causa dell'elettricità, qualunque ne sia l'origine. Gli altri danni prodotti nell'organismo, come scottature, paralisi, contrazioni (che sono gli effetti immediati o lontani della scossa), devono andare soggetti ai trattamenti sintomatici, speciali per tali casi, ma concedono sempre al medico di arrivare in tempo: non abbiamo dunque da preoccuparcene.

La commozione, ossia l'eccitazione dei centri nervosi, non è il solo modo col quale l'elettricità possa uccidere: essa esercita anche un'azione sui tessuti che essa più o meno disorganizza, e, secondo la natura delle lesioni e la qualità dei tessuti colpiti, i disordini possono diventare irreparabili o rapidamente mortali: di questi perciò non avremo ad occuparcene.

Le scariche elettriche, alle quali si può andar soggetti nelle varie industrie, sono prodotte da condensatori, da rocchetti d'induzione, da correnti alternative e da correnti continue.

Le scariche dei condensatori possono, sperimentalmente, produrre la morte dei piccoli animali, ma nell'uomo, la scossa e le contusioni a cui dànno origine, sono più dolorose che gravi.

I grandi rocchetti d'induzione producono effetti analoghi, ma più grandi di quelli dei condensatori. Allorchè le fasi dello stato variabile della corrente sono molto frequenti e la loro azione sull'organismo è alquanto prolungata, la convulsione (ossia il tetano che esse causano) si estende alla maggior parte dei muscoli del corpo, ed i movimenti respiratori si trovano molto diminuiti di ampiezza, e possono quasi del tutto sopprimersi. Inoltre, una convulsione di muscoli molto prolungata ha per effetto di elevare progressivamente la temperatura del corpo; e se questa raggiunge i 45°, la sostanza delle fibre muscolari si coagula (come lo ha dimostrato Claude Bernard) ed il cuore cessa in tal modo di funzionare. Si comprende come tale fenomeno possa prodursi nell'uomo, allorchè, per esempio, le mani sono costrette, per causa della convulsione muscolare, a stare continuamente a contatto coi fili conduttori che partono dal rocchetto.

Le correnti delle macchine dinamo-elettriche producono effetti differenti a seconda che sono alternative o continue.

Le correnti alternative producono una scossa violenta, un'eccitazione continuamente rinnovabile ma hanno il vantaggio sulle correnti continue di non produrre azioni elettrolitiche. Esse producono la morte per causa dell'interruzione della respirazione, ma sovente la morte non è che apparente, e, mediante cure assidue e adatte, si possono talvolta ricondurre alla vita le vittime di simili infortuni

(1) *Les tractions rythmées de la langue.* Félix Alcan, éditeur; Paris, 1894.

Ricordiamo perciò il fatto avvenuto nel 1894 ad un operaio elettricista, sopra una linea a correnti alternative (1): mentre eseguiva la posa di fili telefonici a Saint-Denis, quest'operaio fu messo accidentalmente in contatto coi conduttori di una corrente alternativa, in modo che egli ricevette, durante lo spazio di parecchi minuti, una corrente di 4500 volt e 750 milli-ampère; la corrente si era formata attraverso il suo corpo, entrando da una mano ed uscendo da una natica, in corto circuito. Esso venne facilmente richiamato in vita col mezzo della respirazione artificiale: due ore dopo la disgrazia, egli poteva parlare; nessun particolare sconcerto, dovuto al passaggio della corrente attraverso al corpo, si ebbe a verificare, eccetto alcune scottature nelle parti a contatto coi fili conduttori.

Nei casi prodotti da correnti alternative bisogna cercare di strappare, dalle mani dell'individuo colpito, il filo che egli tiene, suo malgrado: per far ciò bisogna provvedersi di guanti o di strumenti con manico di legno, evitando di afferrare la vittima nelle parti del corpo che potrebbero essere umide. Il mezzo più semplice, quando sia possibile, è quello di togliere la corrente mediante interruttore, o tagliando il filo; per questa ultima operazione bisogna servirsi di istrumenti provvisti di manico di legno, oppure maneggiare gli strumenti con panni piegati a più doppi.

Per le correnti continue si usa lo stesso trattamento, badando al modo di far cessare la corrente, poichè in tal caso è l'extra-corrente di rottura che risulta più pericolosa: si eviterà quindi di tagliare bruscamente il filo od i fili rimasti in contatto della vittima. Perciò in alcuni impianti sono già adottate tali disposizioni particolari idonee a togliere la corrente senza produrre l'extra corrente di rottura; in mancanza di esse, si fermerà la macchina generatrice, rallentando progressivamente e a poco per volta la sua velocità di rotazione; oppure si diminuirà in modo progressivo il voltaggio della corrente, mediante resistenze gradatamente aggiunte o coll'eseguimento di speciali derivazioni. Ma tutte queste operazioni, che conducono all'identico risultato, non possono essere ben eseguite che da persone abituate alla manipolazione degli apparecchi elettrici.

Riassumendo: tutte le volte che si è in presenza di una vittima della elettricità, si deve considerarla come un annegato e procurare (per mezzo della flagellazione, dell'eccitamento della pelle, della respirazione artificiale, e specialmente colla trazione ritmica della lingua) di risvegliarla da una sincope che simula la morte e potrebbe esserne la causa; se la vittima è ancora in contatto coi conduttori, occorre distaccarnela, isolandola od interrompendo la corrente (ma prendendo speciali precauzioni nel caso di correnti continue). *p.*

(1) D'Arsonval. *Comptes rendus de l'Academie des sciences*, 21 maggio 1894.

NOTIZIE

AUSTRIA-UNGHERIA.

Manovre di fortezza a Przemysl. — Alle manovre da fortezza, eseguite nello scorso mese di settembre a Przemysl (Gallizia), secondo quanto riferisce la *Revue du cercle militaire*, si è voluto dare un carattere straordinario di realtà, facendo fare all'artiglieria i tiri a proietto, anzi che a sola polvere, come fin qui si è usato nelle esercitazioni di tal genere.

L'Imperatore assistette ad una parte delle operazioni. Il giorno 11 settembre furono iniziati i lavori di difesa e di attacco, e furono continuati per tutta la notte successiva, non ostante la pioggia; l'attaccante ebbe a respingere una sortita. Malgrado queste difficoltà, il 12 mattina le batterie erano ultimate ed i pezzi si trovavano a posto, pronti a far fuoco.

Nella mattina stessa, le truppe dell'attacco sgombrarono il terreno, ed alle 8 la difesa apriva il fuoco a proietto contro le opere dell'attaccante.

A mezzogiorno si cessò il fuoco e si rilevò che il tiro aveva avuto un ottimo risultato. Le osservazioni durante il tiro furono fatte con l'aiuto di un pallone.

Alla sera, sull'imbrunire, l'Imperatore assistette al tiro a proietto da una delle opere della difesa; ma, a causa della pioggia insistente, si dovette dopo poco cessare il fuoco.

Il giorno 13 (domenica) le truppe furono lasciate riposare.

Nella mattina del 14 l'Imperatore fu presente ad un tiro a proietto dell'attacco contro un'opera di fortificazione permanente difesa da batterie e trincee avanzate, tiro che fu terminato a mezzogiorno. Si poterono allora rilevare i terribili effetti che l'artiglieria odierna produce sulle costruzioni fortificatorie.

Alla sera si iniziarono i lavori di approccio. Avvennero diversi scontri di fanteria e si sperimentarono diversi sistemi d'illuminazione.

Il 15 mattina i lavori dell'attacco furono battuti dall'artiglieria della difesa, che per questo tiro si servì tanto delle bocche da fuoco con istallazione fissa, quanto di quelle mobili.

Nella notte dal 15 al 16 entrambi i partiti proseguirono le operazioni.

Nella mattina del 16 l'attaccante era riuscito a distruggere le difese avanzate ed a ridurre al silenzio le artiglierie destinate al fiancheggiamento dell'opera scelta come obbiettivo di attacco, dando poscia l'assalto.

L'Imperatore fece allora cessare la manovra, riunì i generali ed i comandanti di corpo dei due partiti ed espresse loro la sua soddisfazione.

Il periodico francese nota che il procedimento seguito in questa esercitazione, per permettere all'artiglieria di eseguire il tiro a proietto, non poteva consentire di farsi un'idea perfettamente esatta dei risultati che si sarebbero ottenuti in un assedio vero, perchè l'attaccante, naturalmente, non operava sotto il fuoco del nemico; ma che in ogni modo le esercitazioni così condotte non possono che riuscire molto istruttive per l'artiglieria. Ciò è indubitabile; difficilmente però le condizioni di una piazza forte permetteranno di eseguire il tiro a proietto, massime contro le opere permanenti, ed in ogni caso i danni che si arrecherebbero alle fortificazioni (tranne che si tratti di opere radiate) non sarebbero certo compensati dai vantaggi che si ricaverebbero per l'istruzione del personale.

FRANCIA.

Nuovi Regolamenti in corso di preparazione, di revisione o di studio. — La *Revue du cercle militaire* annuncia che si trovano in corso di preparazione, di revisione o di studio i seguenti Regolamenti ed Istruzioni.

In preparazione. — Istruzione sul servizio della fanteria in campagna. — Regolamento sul servizio del cannone da 95 corto (sarà distribuito alla fanteria). — Nuova edizione del corso speciale ad uso dei sottufficiali d'artiglieria. — Regolamento sul cannone da 155 corto su affusto-truc e su affusto-paiuolo. — Corso speciale ad uso dei sottufficiali del treno (sarà distribuito alla fanteria).

In revisione. — Istruzione pratica sul servizio della cavalleria in campagna. — Corso sugli artifizi da guerra ad uso degli aspiranti al grado di sotto-capo artificiere.

In istudio. — Istruzione sul servizio in guerra dell'artiglieria da campagna. — Istruzione sul servizio dell'artiglieria in un assedio. — Regolamento sul servizio delle batterie da montagna, tomo II. — Regolamento sul servizio delle bocche da fuoco da costa, parte 1ª (titolo 5º), parte 2ª, e parte 3ª. — Regolamento sul servizio del treno, parte 3ª. — Istru-

zione speciale per il trasporto in ferrovia delle truppe d'artiglieria da fortezza e del materiale d'assedio. — Istruzione sulla scomposizione, ricomposizione e conservazione del moschetto Mod. 1892.

Legge relativa ai colombi viaggiatori. — Dalla legge 22 luglio 1896 e dal relativo regolamento, pubblicati nel *Journal Officiel* togliamo quanto segue circa le prescrizioni emanate in Francia, relativamente ai colombi viaggiatori.

1. Chiunque intenda aprire una colombaia per colombi viaggiatori deve ottenerne in precedenza l'autorizzazione del prefetto del proprio dipartimento.

2. Chiunque riceva, a titolo permanente o transitorio, dei colombi viaggiatori, deve, entro due giorni, farne la dichiarazione al sindaco, indicando la provenienza dei volatili.

3. Ogni anno, alla data stabilita dal ministero dell'interno, verrà fatto, in tutti i comuni, il censimento dei colombi viaggiatori.

4. Saranno punite col carcere (da 3 mesi a 2 anni) quelle persone che avranno impiegato i colombi viaggiatori per relazioni nocive alla sicurezza dello Stato.

5. L'introduzione nello Stato di colombi viaggiatori, a qualunque impiego siano destinati, non è autorizzata che per le specie originarie dei paesi che usano reciprocità colla Francia. Quest'introduzione, nel territorio francese, non potrà avvenire che per determinati punti della frontiera.

6. Il governo potrà proibire, sulla proposta dei ministri della guerra e dell'interno, ogni importazione di colombi stranieri, e vietare qualsiasi movimento di colombi viaggiatori nell'interno.

7. Le lanciate di colombi viaggiatori d'origine o di provenienza estere sono proibite: nei dipartimenti di frontiera terrestre, nelle zone ove trovansi piazze forti terrestri o marittime, e nel perimetro di protezione degli stabilimenti militari e marittimi.

8. Le lanciate di colombi viaggiatori non potranno aver luogo, in ogni dipartimento, che nelle località e nelle stazioni che saranno a tal uopo destinate dall'autorità prefettizia, e sotto la sorveglianza di un ufficiale della polizia giudiziaria, delegato dal prefetto.

GERMANIA.

Regolamento sulla velocipedia militare. — L'*Armée territoriale* informa, che il Ministero della guerra di Baviera ha pubblicato un regolamento sul servizio della velocipedia nell'esercito. Questo regolamento comprende sei capitoli che trattano del maneggio, della ripulitura, della conserva-

zione e delle riparazioni delle macchine, delle spese che queste operazioni richiedono, dell'istruzione dei velocipedisti, del loro vestiario, del loro equipaggiamento, del loro armamento e finalmente del loro impiego.

Pistola Bergmann. — Si legge nel *Militär-Wochenblatt* che il signor Bergmann di Gaggenau (Baden) ha inventato una pistola a caricamento automatico, che sarebbe destinata a sostituire il revolver.

Questa nuova arma sembra, a chi la esperimenta per la prima volta, un po' pesante (forse perchè non è molto bene equilibrata); in realtà però anche il modello più grande di essa, quello del calibro di 6,5 *mm*, è più leggiero del revolver M. 1883, regolamentare per gli ufficiali in Germania.

Anche sparando molto celeremente, si ottiene colla pistola Bergmann una grande esattezza di tiro.

La pallottola, rivestita di acciaio con nichelio, benchè sia poco pesante, ha una notevole forza di penetrazione.

La carica è costituita di polvere senza fumo.

Naturalmente non si potrà dare un giudizio esatto sul valore pratico dell'arma che dopo estesi esperimenti; non è noto se questi siano già stati eseguiti, oppure se siano progettati.

Si ritiene tuttavia utile, scrive il foglio tedesco, richiamare l'attenzione di coloro che si occupano di armi da fuoco portatili su questa nuova pistola, per la cui costruzione l'inventore ha preso la privativa.

Aeronave Schwarz. — La *Allgemeine Militär-Zeitung* riferisce che nel parco della sezione aeróstatica militare di Berlino si stava ultimando nello scorso mese di settembre una aeronave, colla quale l'inventore signor Davide Schwarz ritiene di aver risolto il problema della dirigibilità.

Tutte le parti dell'enorme aerostato, che ha le dimensioni di un grande piroscafo, sono fatte di leghe di alluminio, che costituiscono un segreto dell'inventore.

Il corpo del pallone ha la forma di un cilindro, terminante anteriormente a punta conica, per diminuire quanto più è possibile la resistenza dell'aria, e posteriormente con un emisfero.

L'involucro del cilindro è di lamiera di alluminio, tenuta a posto da una ingegnosa armatura interna pure di alluminio.

La navicella, che contiene il motore ed in cui deve prendere posto l'aeronauta, non è appesa al pallone per mezzo di funi, ma è unita rigidamente con esso mediante solide sbarre di alluminio.

Il motore mette in movimento 4 eliche di costruzione simile a quelle delle navi.

A differenza di ciò che si riscontra negli aerostati finora proposti, nei quali i propulsori fanno parte della navicella, due di queste eliche sono fissate, una a destra e l'altra a sinistra, al pallone. Una terza elica si trova fra il pallone e la navicella ed una quarta sotto la navicella.

Le prime tre servono per imprimere il movimento di translazione, come pure per dare la direzione in senzo orizzontale; la quarta, che ruota in un piano orizzontale, serve per dare la direzione in senso verticale.

Il pallone sarà riempito di gas idrogeno.

Questa nuova aeronave doveva essere sperimentata alla fine di settembre: non ci è noto se tale esperimento sia stato eseguito.

INGHILTERRA.

La costruzione dei materiali da guerra negli stabilimenti governativi. — La *Revue d'artillerie* trae dall'*Engineer* le seguenti informazioni circa il modo nel quale è regolato il servizio di costruzione dei materiali da guerra in Inghilterra (1).

La produzione di questi materiali passa per tre stadi successivi.

Il primo comprende la concezione dei materiali e la compilazione dei relativi progetti di costruzione, l'esame delle nuove invenzioni e proposte, e la soluzione delle questioni che si presentano nel corso della fabbricazione oppure al momento della collaudazione dei materiali.

A queste diverse operazioni è preposto il comitato del materiale (*Ordnance Committee*) (2), composto per la massima parte di ufficiali dell'esercito e della marina.

(1) Gli stabilimenti governativi di produzione dei materiali sono:
1° il laboratorio pirotecnico (*Royal laboratory*);
2° la fonderia di cannoni (*Royal gun factory*);
3° il dipartimento del carreggio (*Royal carriage department*);
questi tre stabilimenti si trovano riuniti nell'arsenale di Woolwich;
4° il polverificio di Waltham Abbey (*Royal gun-powder factory*);
5° la fabbrica d'armi di Enfield (*Royal small-arms factory*);
6° la fabbrica d'armi di Birmingham.
Una parte abbastanza rilevante del materiale da guerra è inoltre fornita, com'è noto, dall'industria privata: le officine di Armstrong ad Elswick, per il materiale d'artiglieria, e la *Birmingham small-arms company* di Small Heath, per le armi portatili, sono i due stabilimenti privati più importanti di cui si serve lo Stato.

(2) Secondo l'opera intitolata: *The Army-book for the british Empire*, l'*Ordnance Committee* è composto come segue:
presidente: un ufficiale generale d'artiglieria;
vice-presidente: un ufficiale della marina;
membri: 2 ufficiali d'artiglieria, 2 ufficiali di marina, 1 ufficiale del genio, 1 ufficiale dell'esercito delle Indie e 2 ingegneri civili;
segretario e segretario aggiunto: 1 ufficiale d'artiglieria e 1 ufficiale di marina.

Questi non rimangono a far parte del comitato che per qualche anno: si spera di avere così un personale sempre al corrente delle idee e dei bisogni dei due servizi Essi sono coadiuvati nei loro lavori da due ingegneri civili di competenza comprovata, dai chimici dei ministeri della guerra e degli interni, dal direttore generale delle costruzioni del materiale da guerra e dai suoi dipendenti, ed inoltre (quando occorra) dagli industriali, dei quali si mette a profitto la competenza, consultandoli nelle questioni relative alla loro specialità.

Il secondo stadio della produzione è quello della fabbricazione propriamente detta, che si eseguisce secondo i progetti stabiliti dal comitato del materiale ed approvati dall'ispettore generale del materiale da guerra o dal direttore del materiale navale, a seconda che si tratta di materiali per l'esercito o di materiali per la marina.

L'alta direzione di tutte le costruzioni dei materiali da guerra è affidata presentemente a un direttore generale civile (1), direttamente responsabile verso il segretario di Stato per la guerra: ciascun stabilimento è posto sotto la direzione di un *sopraintendente* militare o civile.

Le operazioni che si compiono nel terzo stadio sono affidate al *dipartimento d' ispezione.*

Il carattere essenziale di questo servizio è l'indipendenza assoluta rispetto agli stabilimenti di produzione, siano governativi o privati.

Esso è posto sotto la sorveglianza diretta dell'ispettore generale del materiale da guerra e del direttore del materiale navale, che sono responsabili dell'accettazione dei materiali di qualsiasi provenienza.

Per assicurare in tutta la sua integrità, a questi due ufficiali, l'indipendenza suddetta, essi non hanno alcuna ingerenza nella direzione degli stabilimenti e nella gestione dei fondi assegnati ai medesimi.

La loro responsabilità si estende da una parte alla concezione ed alla compilazione dei progetti di costruzione dei materiali, e dall'altra all'accettazione dei materiali stessi.

L'ispettore generale del materiale sceglie egli stesso il suo stato maggiore di ufficiali ispettori, dei quali la maggior parte appartiene all'artiglieria Le operazioni di collaudazione sono eseguite, sotto la sorveglianza di questi ufficiali, da impiegati civili.

Nella marina le funzioni di ispettori sono affidate ad ingegneri che hanno fatto studi speciali relativi a questo servizio.

(1) Questa disposizione è stata recentemente oggetto di critiche molto vivaci, da parte del *Times*.

RUSSIA.

Affondamento di pali con iniezione d'acqua. — Il metodo di affondamento dei pali, servendosi di iniezioni d'acqua, eseguite presso la punta dei pali, è stato impiegato in molti casi e ha dei vantaggi innegabili allorchè si tratta di terreni sciolti, ma presenta l'inconveniente di richiedere un materiale alquanto speciale, che ne esclude talvolta l'uso dai lavori di campagna. Tuttavia gli zappatori russi non hanno ritenuto come insormontabile questo inconveniente e le loro *Istruzioni per lavori tecnici* indicano il seguente modo di esecuzione, che noi traduciamo dalla *Revue du génie*.

Su due lati opposti del palo si scavano due scanalature longitudinali, di larghezza e profondità sufficienti per allogarvi degli ordinari tubi di ferro (per gas) di 25 a 37 *mm* di diametro che terminano con una parte ristretta in forma di lancia delle pompe da incendio e diretta verso la punta del palo. Questi tubi sono fissati al palo per mezzo di uncini sottili; alla loro estremità superiore si innestano tubi di gomma collegati ad una pompa premente, capace di comprimere l'acqua fino a 5 atmosfere.

L'iniezione di quest'acqua fa sì che l'affondamento sia 3 o 4 volte più rapido che col semplice battipalo. Allorquando si è raggiunta la profondità voluta, si estraggono i tubi (i quali si adoperano per altri pali), e si consolida il palo con alcuni colpi di battipalo.

STATI UNITI.

Polvere senza fumo Maxim-Schupphaus. — Leggiamo nelle *Mittheilungen aus dem Gebiete des Seewesens* che a Sandy Hook fu sperimentata con buon risultato una nuova polvere senza fumo, proposta da Maxim-Schupphaus. Nel tiro con un cannone da campagna da 8 *cm*, colla carica di 0,58 *kg* di questa polvere, si ottenne la stessa velocità iniziale che con 1,43 *kg* di polvere nera ed una pressione minore dei gas.

La nuova polvere si distingue dagli altri tipi di polveri nitrate principalmente per la piccola proporzione di nitroglicerina che contiene, essendo composta di 5 a 10 % di questa sostanza e di 94 a 89 % di fulmicotone.

Rispetto alla cordite ed alla polvere Leonard, che contengono il 50 % di nitroglicerina, essa presenta il vantaggio che la sua temperatura di

combustione è relativamente poco elevata, dando quindi luogo ad un minore logoramento dell'anima.

La polvere Maxim-Schupphaus ha la forma di bastoncini con sette o più fori longitudinali, in modo che, mentre il proietto percorre l'anima, la superficie di combustione aumenta ed aumenta pure progressivamente lo sviluppo dei gas.

Torpedine elettrica aerea. — La *Revue scientifique* riporta dall'*Electricien* che l'ingegnere elettricista Rich, di Des Moines (Iowa), propone per il bombardamento delle piazze forti, o per altri usi analoghi, l'impiego di una torpedine, consistente in una carica di 10 *kg* circa di un potente esplosivo, sospeso al disotto di un piccolo pallone ripieno di idrogeno, e capace di elevarsi a circa 350 *m*. Per mezzo di un apparecchio elettrico automatico, si può fare in modo che, dopo un dato tempo, scatti una scintilla ed infiammi il gas del pallone: allora questo discende rapidamente a terra, e l'esplosivo, urtando contro il terreno, scoppia e produce la distruzione voluta.

Sarà quindi necessario portare la torpedine alla minima distanza possibile dal punto da attaccarsi, assicurarsi della direzione del vento e calcolarne la velocità, poscia lanciare il pallone dopo aver regolato l'apparecchio d'infiammazione in rapporto colla distanza da percorrersi: se i calcoli sono esatti, si sarà sicuri che al termine del tempo determinato la torpedine cadrà sul punto scelto.

Sarebbe però desiderabile che venissero intrapresi seri esperimenti per eliminare gli inconvenienti che potessero sorgere in pratica.

Aeroplano di Abbott-Smith. — Se dobbiamo ritenere fondato quanto asserisce il *Corriere degli Stati Uniti*, il problema della navigazione aerea sarebbe oggidì risolto. L'*Avenir militaire* riporta infatti dal detto giornale che il dott. Carlo Abbott-Smith, di S. Francisco, ha ultimato la costruzione di un aeroplano (di alluminio), col quale si propone di fare prossimamente il viaggio da S. Francisco a New-York, in 40 ore, trasportando alcune persone ed un carico di vino e di frutti.

Per quanto se ne può sapere finora (poichè il dott. Smith procura di mantenere il segreto), il suo aeroplano ha la forma di un gigantesco uccello, il cui corpo è formato da un cilindro lungo 18 *m* e del diametro di 12 *m*, terminante alle sue estremità con due coni, che gli dànno una lunghezza totale di 37 *m*. Questo grande recipiente è fiancheggiato da due larghe ali, pure di alluminio, che possono distendersi o ripiegarsi a volontà. Posteriormente havvi inoltre un'elice, simile a quella delle navi.

SVEZIA.

Il metodo Jäderin per la misura delle basi. — I *Comptes rendus de l'Académie des sciences* contengono la descrizione di un nuovo apparecchio di geodesia ideato dall'ingegnere svedese Jäderin.

Quest'apparecchio serve a misurare le basi ed è costituito essenzialmente da due fili, uno di acciaio, l'altro di bronzo fosforoso, grossi 1,6 *mm*, lunghi 25 *m* e aventi le loro estremità graduate sopra una lunghezza di 100 *mm* e fatte in modo che si possa calcolare il decimo di *mm*.

Per impiegare quest'apparato si divide prima la linea di base in tratti di 25 *m* circa, collocando nei punti di divisione dei singoli tratti dei treppiedi o cavalletti portanti una linea di fede; poscia mediante i due fili si misura con precisione la distanza tra una linea di fede e l'altra. Durante la misurazione i fili hanno le loro estremità a contatto delle linee di fede, sono tenuti liberamente sospesi nell'aria e sono tesi col mezzo di dinamometri a molla. Due osservatori, posti presso le estremità dei fili, leggono simultaneamente le graduazioni indicate dalle linee di fede sulle estremità graduate.

Come si vede, semplicissima è l'operazione per la misura di ogni singolo tratto, operazione che non richiede che qualche minuto di tempo. Unica cosa da osservarsi è che la tensione sia la stessa pei due fili e sia costante per tutti i tronchi. La temperatura dei fili si deduce dalla differenza delle lunghezze misurate pel filo d'acciaio e pel filo di bronzo.

È necessario però che i cavalletti siano ben allineati sulle linee di base e che venga misurata con accuratezza, mediante un livello a cannocchiale, la differenza di livello fra due linee di fede successive.

Questo metodo è applicabile per la misura di basi poste in terreni molto accidentati: esso, a differenza della maggior parte degli altri sistemi, non richiede nè livellazione preventiva, nè preparazione del terreno. Incontrando un fiume, un crepaccio, ecc., si può continuare la misura servendosi di fili ausiliari di 50 ed anche di 100 *m* di lunghezza.

Economia e celerità: ecco dunque i principali vantaggi dell'apparecchio Jäderin.

Si ritiene perciò che questo sistema di misura possa prestare ottimi servizi per la misurazione delle basi delle triangolazioni che servono a costruire le carte topografiche; il suo impiego sembra però sconsigliabile per la misura di basi delle triangolazioni fondamentali serventi allo studio della forma della terra.

STATI DIVERSI.

Munizionamento e numero delle vetture delle batterie da campagna. — Troviamo nella *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie* i due seguenti specchietti relativi, uno al numero dei colpi trasportati dalle batterie da campagna di alcuni eserciti, e l'altro al numero delle vetture di cui si compongono le batterie stesse.

STATI	Numero dei colpi		Shrapnels	Granate esplosive (*Sprenggranaten*)	Granate	Scatole a metraglia
	per batteria	per pezzo				
Austria-Ungheria (8,7 *cm*) .	1024	128	560	—(?)	400	64
Francia (8,8 *cm*)	846	141	750	75	—	21
Germania (8,8 *cm*) . . .	885	147,5	705	105	—	30
Italia (8,7 *cm*)	852	142	672	—	144	36
Svizzera (8,4 *cm*)	875	145,8	875	—	—	—

STATI	Pezzi	Carri da munizioni	Affusti di riserva	Carri da batteria e fucine
Austria-Ungheria	8	8	—	5
Francia	6	9	—	2
Germania	6	9	—	3
Italia	6	6	—	3
Svizzera	6	6	1	5

Uffici telegrafici rurali muniti di solo telefono. — È degna di nota la proposta fatta dall'*Elettricista* per l'adozione del solo telefono negli uffici telegrafici rurali di minore importanza. Essa darebbe modo di estendere ad un numero molto maggiore di comuni i vantaggi del servizio telegrafico e telefonico, con spesa relativamente limitata, sia per l'economia che, nell'impianto della linea e degli apparecchi, le trasmissioni telefoniche presentano su quelle telegrafiche, sia specialmente per la spesa di esercizio.

È opportuno notare a questo riguardo come in Germania, nel 1894, si avevano già in esercizio 11700 apparati telefonici nei 15700 uffici telegrafici esistenti; in Francia sopra 7600 uffici se ne avevano 5000 provvisti di apparati telefonici; ed in Olanda, sopra 500 uffici telegrafici più della metà erano muniti del solo telefono.

BIBLIOGRAFIA

Rivista dei Libri e dei Periodici

(Verrà fatto un cenno bibliografico di quei libri di cui si riceverà un esemplare).

Problemas de Balistica aplicados á la fortificación y á la táctica, *por el coronel graduado, teniente coronel de ingenieros*, **DON JOAQUIN DE LA LLAVE Y GARCIA**, *profesor que ha sido de artilleria y fortificación en la academia especial del cuerpo, y actualmente en la escuela superior de guerra.* — Madrid, imprenta del *Memorial de ingenieros*. 1896 (di pag. 184).

Il tenente colonnello del genio spagnuolo, don Joaquin De la Llave è ben noto ai lettori della *Rivista d'artiglieria e genio* non solo come autore di pregevoli lavori sulla fortificazione, ma anche come serio e valente cultore della balistica a cui è particolarmente « aficionado ». L'arte di ripararsi è gemella coll'arte di colpire, e ben a ragione il De la Llave ha posto ad epigrafe del suo nuovo lavoro la sentenza di Montalembert: « La science dont l'ingénieur ne peut absolument se passer est celle de l'artillerie; il a à donner à cette arme tous les avantages dont elle est susceptible, et on ne peut les donner sans les connaitre ».

Applicato per parecchi anni all'ispezione generale della difesa del Regno e alla giunta consultiva di guerra in Madrid, il De la Llave ebbe ripetute occasioni di applicare

i nuovi metodi balistici a dilucidare questioni assai dibattute relative alla fortificazione e alla tattica; ed ora ha riunito e pubblicato parecchi dei problemi, che, per trattare a fondo quelle questioni, gli è occorso di risolvere. Questo nuovo lavoro del sig. De la Llave è un modello d'ordine, di chiarezza ed anche di eleganza, e noi lo raccomandiamo allo studio dei nostri ufficiali d'artiglieria e del genio.

F. S.

Zur Aufstellung von Schusstafeln für Mörser und Haubitzen nebst Tafeln für das indirekte und Wurffeuer bis zu 45° Abgangswinkel, von **v. SCHEVE**, *Oberst z. D.* — Berlin, 1896, E. S. Mittler und Sohn. — (*Sulla costruzione delle tavole di tiro per mortai ed obici, coll'aggiunta di tavole per il tiro indiretto ed arcato fino all'angolo di proiezione di 45°*, di v. Scheve, colonnello a d.).

È l'estratto di un notevole studio inserito nel fascicolo di maggio-giugno di quest'anno dell'*Archiv für die Artillerie-und Ingenieur-Offiziere*, al quale l'autore ha aggiunto la ristampa di altri due suoi lavori precedenti, venuti in luce 10 anni fa nello stesso periodico, cioè la traduzione delle importanti *Note sulle tavole del tiro arcato*, pubblicate nel 1885 in questa *Rivista* dall'allora maggiore Siacci, e le tavole per il tiro indiretto ed arcato per angoli di proiezione fino a 41° e per velocità decrescenti da 240 *m*.

Nel nuovo scritto il colonnello v. Scheve studia le leggi del tiro arcato e pubblica il prolungamento, fino all'angolo di 45°, delle tavole suddette.

È un contributo agli studî di balistica che merita di essere segnalato ai cultori di questa scienza.

α.

STROEBEL, *Hauptmann und Batteriechef.* — **Der Ausbildungsgang einer fahrenden Batterie unter Berücksichtigung der durch die Einführung der zweijährigen Dienstzeit veränderten Verhältnisse.** — Berlin 1896, E. S. Mittler und Sohn. — (STROEBEL, capitano e comandante di batteria. — *Lo svolgimento delle istruzioni in una batteria da campagna, tenuto conto delle condizioni mutate per effetto dell'adozione della ferma di due anni*).

Le difficoltà che s'incontrano in Germania nel compiere l'addestramento delle batterie dell'artiglieria da campagna, dopo la riduzione della ferma a due anni, hanno indotto il capitano Stroebel a studiare ed a proporre per queste unità un metodo per lo svolgimento delle istruzioni, seguendo il quale il personale possa giungere ad acquistare un grado di addestramento eguale a quello che raggiungeva colla ferma di tre anni.

Questo metodo egli spiega minutamente in uno scritto (premiato dal Ministero della guerra tedesco) che fu da prima pubblicato nell'*Archiv für die Artillerie-und Ingenieur-Offiziere*, e che ora fu stampato a parte nel fascicoletto che qui annunciamo.

In esso l'autore, premesse alcune considerazioni sui vantaggi e sugli inconvenienti della ferma di due anni, e sui mezzi di cui le batterie dispongono per l'addestramento della truppa, segue passo a passo lo svolgimento delle istruzioni durante l'intero corso annuale, indicando in modo particolareggiato le istruzioni e le esercitazioni da farsi in ciascun periodo alle reclute, ai soldati anziani ed ai graduati.

Col metodo proposto, che invero apparisce molto razionale, egli ritiene possa risolversi il problema di avere, colla ferma biennale, le batterie non meno perfettamente istruite di prima, quando la ferma era di tre anni.

α

Bollettino Bibliografico Tecnico-Militare[1]

LIBRI E CARTE.

Telegrafia.
Aerostati. Colombi viaggiatori.
Elettrotecnica.

*** LAPOINTE. **Essai sur la navigation aérienne.** — Paris, Berger-Levrault, 1896.

*** MIRON. **L'éclairage électrique. Traité pratique de montage et de conduite des installations d'éclairage électrique.** — Paris, Fritsch, 1896.

** SALARIS. **Il servizio telegrafico nella cavalleria.** — Firenze, Tip. cooperativa editrice, 1896.

Costruzioni militari e civili.
Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

*** RESAL **Cours de ponts de l'École de ponts et chaussées. Ponts en maçonnerie.** — Paris, Baudry, 1896.

* **Enciclopedia dell'ingegnere**, in quattro volumi con atlante, compilata da Ed. Th. Heusinger von Waldegg, D. Th. Schäffer, Ed. Sonne, L. Franzius, F. Lincke, colla collaborazione di molti dotti e tradotta dal tedesco da parecchi tecnici sotto la direzione dell'ingegnere Leonardo Loria. Fasc. 248 a 258. — Milano, Societa Editrice Libraria, 1896.

Ordinamento,
servizio ed impiego delle armi
di artiglieria e genio.

* DOLLECZEK. **Artilleristisches Taschenbuch zum Gebrauche für die k. u. k. officiere der Feld,-Gebirgs-und Festungs-Artillerie, sowie jener aller Waffen des activen wie des Reserve-Standes.** — Wien und Leipzig, Braumüller, 1895.

Storia ed arte militare.

*** RICCI. **In Crimea** — Torino, Roux Frassati e C.°, 1896.

*** DRAGOMIROFF. **« Guerre et paix » de Tolstoï au point de vue militaire.** — Paris, L. Baudoin, 1896.

*** AMPHOUX. **Frontières et places fortes des principales puissances.** — Paris, L. Baudoin, 1896.

*** CHIALA. **La vita e i tempi del generale Giuseppe Dabormida. Regno di Carlo Alberto 1848-49.** — Torino, Roux e Frassati, 1896.

Balistica e matematiche.

** DE LA LLAVE Y GARCIA. **Problemas de balistica aplicados à la fortificaciòn y à la táctica.** — Madrid, Imprenta del Memorial de Ingenieros, 1896.

---

(1) Il contrassegno (*) indica i libri acquistati.
Id. (**) » » ricevuti in dono.
Id. (***) » » di nuova pubblicazione.

** V. SCHEVE. **Zur Aufstellung von Schusstafeln für Mörser und Haubitzen nebst Tafeln für das indirekte und Wurffeuer bis zu 45° Abgangswinkel.** — Berlin, Mittler und Sohn, 1896.

Tecnologia.
Applicazioni fisico-chimiche.

* HOSPITALIER. **Il carburo di calcio e l'acetilene o gas elettrico.** Con note e citazioni del traduttore. — Milano, Ulrico Hoepli, 1897.

*** BORCHERS. **Traité d'électrométallurgie.** — Traduit d'après la deuxième édition allemande par le doct. L. Gautier. Paris, Baudry et C., 1896.

*** SAUVAGE. **La machine à vapeur. Traité général contenant la théorie du travail de la vapeur, l'examen des mécanismes de distribution et de regularisation, la description des principaux types d'appareils, l'étude de la condensation et de la production de la vapeur.** — Paris, Baudry et C., 1896.

*** CASTELLANI. **L'acetilene.** — Milano, Hoepli, 1897.

Istituti. Regolamenti. Istruzioni. Manovre.

** STROEBEL. **Der ausbildungsgang einer fahrenden Batterie unter Berücksichtigung der durch die Einführung der zweijährigen Dienstzeit veränderten Verhältnisse.** — Berlin, Mittler und Sohn, 1896.

Miscellanea.

** VOLPINI. **Il cavallo.** — Seconda edizione riveduta ed ampliata. (Manuali Hoepli). — Milano, Hoepli, 1896.

** VOLPINI. **516 proverbi sul cavallo.** (Manuali Hoepli). — Milano, Hoepli, 1896.

** **Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen.** — Caen, Delesques, 1895.

* PARETO E SACHERI. **Enciclopedia delle arti e industrie.** Dispensa 130. — Torino, Unione tipografico-editrice, 1896.

*** DE COMMINGES. **Le cheval. Soins pratiques.** Deuxième édition. — Paris, Maison Quantin.

*** SCHMITT. **Organisation et instruction des éclaireurs d'infanterie.** — Paris, L. Baudoin, 1896.

*** WEBBER. **Dizionario tecnico in quattro lingue.** I. Italiano-tedesco-francese-inglese. — Milano, Hoepli, 1897.

* MARINELLI. **La Terra. Trattato popolare di geografia universale.** Dispense 517 a 520. — Milano, Casa editrice dott. Francesco Vallardi, 1896.

* **Raccolta delle disposizioni in vigore inserte nel Giornale militare dal 1831 a tutto l'anno 1893.** (23 luglio 1896). Vol. 2°, Roma, Voghera Enrico, 1896.

PERIODICI.

Bocche da fuoco. Affusti. Carreggio. Armamenti. Telemetri. Macchine da maneggio.

Pagan. Note sull'artiglieria all'esposizione nazionale svizzera. (*Revue mil. suisse*, settembre).

Materiale da campagna da 75 *mm* a tiro rapido, sistema Darmancier. — (*Revue Armée belge*, luglio-agosto).

Michaut. Analisi di uno studio di un materiale da campagna per l'artiglieria svizzera. (*Revue d'artillerie*, settembre).

Froissart. Contribuzione allo studio del puntamento indiretto. Apparecchio di puntamento ellittico. (*Id.* id.).

Witsch. Il cannone da campagna dell'avvenire ed i cannoni a tiro rapido. (*Organ der mil.-wiss. Vereine*, fasc. 6°).

Studio di un nuovo materiale per l'artiglieria da campagna svizzera. (*Zeitschrift für art. und genie*, settembre).

Elwell. Cannone pneumatico Dudley. (*Proceedings U. S. naval institute*, (N. 78.

Polveri. Esplosivi. Munizioni.

Von Romocki. Storia degli esplosivi. — (*Revue Armée belge*, luglio-agosto).

Armi portatili.

Studio sulle armi da caccia. (*Revue d'artilterie*, settembre e seg.).

Joindre. Rimbalzi della pallottola mod. 1886. (*Journal des sciences mil.*, settembre).

Principî di costruzione degli odierni fucili a ripetizione. (*Revue Armée belge*, luglio-agosto).

Günther. I principali dati sulle armi da fuoco portatili di tutti gli Stati. (*Internationale Revue*, luglio).

Telegrafia.
Aerostati. Colombi viaggiatori.
Elettrotecnica.

Misure di precauzione negli impianti elettrici per illuminazione e per forza motrice. (*Der Electro-Techniker*, N. 9).

Confronto fra le spese di esercizio di motori a gas e di motori elettrici. (*Id.*, id.).

Argano elettrico. (*Id.*, id.).

Nuovo telefono militare (del capitano francese Charollois). (*Id.*, N. 10).

Regolatore sistema Bäurlin per lampade ad arco. (*Id.*, id.).

L'*Ambroin*, nuova sostanza isolante. (*Id.*, id.).

Taylor. Stazioni centrali di elettricità. (*Memorial de Ingenieros del ejercito*, agosto).

Lòpez Lozano. Pila regolamentare del battaglione telegrafisti spagnuolo. (*Id.*, id.).

Fortificazioni; loro attacco e difesa
Corazzature. Mine, ecc.

Rocchi. L'impiego della fortificazione nella difesa degli Stati. (*Rivista militare italiana*, 1° ottobre).

Progetto di mine militari ogivali e metalliche. (*Revue Armée belge*, luglio-ag.).

Frobenius. Lo sviluppo dato fino ad oggi alla fortificazione corazzata negli Stati europei. (*Jahrbücher für d. deutsche Armee u. Mar*, agosto 1896).

La difesa degli Stati e la fortificazione del generale Brialmont. (*Allgem. schweiz. Militärzeit*, N. 40).

v. Brunner. L'impiego di ricoveri-caverna. (*Streffleurs österr. mil. Zeitschrift*, ottobre).

Clarke. Fortificazione campale adattata alle moderne condizioni della guerra. (*Journal of t. mil. service institution*, settembre).

Knight. L'altezza delle batterie sul livello del mare. (*Id.*, id).

Costruzioni militari e civili
Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

Culloch. La rotaia continua nell'esercizio delle tramvie. (*Giornale scientif. di Palermo*, agosto).

Cenno sulle spese d'impianto e di esercizio delle tramvie elettriche (*L'Industria; rivista tecnica*, N. 33 e 36).

La pavimentazione delle strade. (*Bollettino della Società degli ing. e arch. ital.*, 16 settembre).

Gisclard. Nuovi tipi di ponti sospesi rigidi. (*Génie civil*, 12 settembre e seg.).

Magnin. Ponte a sollevamento, sistema Palacio. (*Memorial de ingenieros*, settembre e seg.).

Strong. La necessità di adatti poligoni pel tiro d'artiglieria, e loro formazione. (*Journal of mil. service institution*, settembre).

Ordinamento,
servizio ed impiego delle armi
d'artiglieria e genio.

Natale. La riunione delle tre specialità zappatori, minatori e pontieri in una; (fine). (*Rivista mil. ital.*, 1° ott.).

I pontieri alle grandi manovre belghe del 1896. *Belgique mil*, 20 sett.).

Marvá. Parchi di campagna delle compagnie zappatori-minatori. (*Memorial de ingenieros*, settembre e seg.).

Sechi. Efficacia dell'artiglieria nei combattimenti navali (trad.). (*Revista gen. de marina*, settembre).

Mayerhoffer. Esercizi di aggiustamento del tiro delle batterie. (*Streffleurs osterr. mil. Zeitschrift*, ottobre).

Streebel. L'addestramento di una batteria da campagna tenuto conto della ferma di due anni. (*Archiv für Artillerie-u. Ing.-Offiziere*, luglio-agosto).

Rewe. L'artiglieria da fortezza. (*Journal U. S. Artillery*, luglio-agosto).

Storia ed arte militare.

Pittaluga. Civitella del Tronto (fine). (*Rivista mil. ital.*, 16 sett.).

Corsi. Un nuovo libro sulla campagna del 1866 in Italia, del generale Scudier, (*Id.*, 1° e 16 ottobre).

D'Ottone. La cavalleria nelle guerre future di fronte alle nuove armi da fuoco ed alla polvere senza fumo. (*Id.*, id., id.).

Tsoucalas. Nota sopra nuove tavole per il calcolo della resistenza dei cannoni cerchiati. (*Revue d'artillerie*, sett.).

Il rifornimento delle munizioni nell'esercito belga. (*Belgique mil.*, 6 sett.).

Le operazioni in montagna (continua). (*Revue mil. de l'étranger*, settembre).

Spedizione degli inglesi contro gli ascianti (fine). (*Id.*, id.).

L'organizzazione militare della Grecia. (*Id.*, id.).

Combattimenti di notte (continua). (*Revista militar*; Lisbona, 30 sett.).

v. Horsetzky. La battaglia di Kolin. (*Organ der mil.-wiss. Vereine*, fasc. 6°).

Urbas. L'Illiria di Napoleone. (*Id.* id.).

L'armata di Bourbaki nella guerra franco-tedesca. (*Schweiz. Monatschr. für Off. aller Waffen.*, settembre).

Il combattimento del corpo di spedizione anglo-egiziano presso Ferkeh). (*Id.*, id.).

Prima e dopo Abba Carima. (*Jahrbücher für d. deutsche A. u. M.*, agosto).

v. Unger. Il feldmaresciallo Derfflinger. (Fasc. 7° ed 8° di supplemento al *Mil.-Wochenblatt*).

Quali differenze presenta nei riguardi strategici e tattici la 2ª parte della campagna del 1870-71 rispetto alla 1ª e quali ne furono le cause? (*Internationale Revue*, ottobre).

Gli attacchi della cavalleria contro fanteria ed artiglieria. (*Id*, id.).

La *Lawa* dei cosacchi. (*Id*, id.).

v. Graevenitz. Storia preliminare della guerra italo-abissina. (*Id.*, id.).

Günther. Alcuni dati tattici sulla guerra in montagna. (*Id.*, id.).

Balistica e matematiche.

Siacci. La resistenza dell'aria al moto dei proietti (traduz.) (cont. e fine). (*Archiv. für die Art.-u. Ing.-Offiziere*, luglio-agosto

Mayne. L'analogia fra la tattica dell'artiglieria da campagna e quella delle altre armi. (*Journal of t. R. U. Service Institution*, settembre).

Rapporto sulle applicazioni di un fotoritardografo per la misura dinamica della resistenza alla compressione opposta dai cilindri di rame impiegati nei crusher. (*Notes on the construction of ordnance.*, N. 71).

Smith. Il tram-cronografo. (*Journal U. S. artillery*, luglio-agosto).

Corazze e proietti: formole per calcolare la perforazione delle corazze. (*Id.*, id.).

Tecnologia.
Applicazioni fisico-chimiche.

Imperatori. Classificazione dei materiali ferrosi. (*Il progresso ciclistico*, luglio e seguenti).

Conti. Lavorazione elettrica dei metalli. (*Id.*, id.).

Seler. Sul cannocchiale ridotto. (*Politecnico*, agosto).

Innesto a cigna. (*Rivista tecnica dell'ind. e ing.*, 30 settembre)

Strumenti ottici e superficie di cristallo argentate. (*Proceedings of t. R. Artillery Inst*, settembre).

Simonds. L'arte della fusione del bronzo in Europa. (*Scientific american supp.*, 5 settembre e seg.).

Illuminazione a gas con incandescenza (continuaz.). (*Engineering*, 18 sett.).

Istituti. Regolamenti. Istruzioni. Manovre.

Ferrari. Considerazioni e proposte sul tiro. (*Italia mil. e marina*, N. 218 e seguenti).

Osservazioni sul regolamento del 28 maggio 1895 sul servizio in campagna francese. (*Revue du cercle mil.*, 12 e 19 settembre).

Il fuoco dell'artiglieria nelle manovre. (*Mil.-Woch.*, N. 88).

Marina.

Posse. Al polo nord in battello sottomarino. (*Revue scientifique*, 19 settembre).

Gli ultimi progressi dell'artiglieria e della corazzatura nella marina. (*Revista mar. brazileira*, agosto; *Revista gen. de marina*, settembre).

Mysz. Gli avvenimenti sul mare durante la guerra franco-tedesca del 1870-71. (*Mittheilungen aus. d. Geb. des Seew*, fasc. X).

Motore elettrico per torpediniera sottomarina (dalla *Rivista marittima*) (*Id.* id.).

La torpediniera austriaca Viper (*Id.* id.).

La corazzata francese *Jauréguiberry*. (*Id.* id.).

L'incrociatore argentino *Buenos-Ayres*. (*Id.*, id.).

La contro-torpediniera argentina *Santa Fè*. (*Id*, id).

Manovre navali francesi (continuazione). (*Engineering*, 25 settembre).

Hawthorne. L'attacco delle navi contro le fortificazioni costiere (*Journal of the U. S. Artillery*, luglio-agosto).

L'elettricità nella guerra navale. (*Army and navy gazette*, 19 settembre).

Miscellanea.

La filtrazione e la depurazione chimica delle acque secondo i procedimenti Howatson. (*Ingegneria sanitaria*, agosto).

Stokvis. La colonizzazione e l'igiene tropicale. (*Revue scientifique*, 12 sett.).

Ceulin. La cartografia all'esposizione nazionale svizzera. (*Revue mil. suisse*, settembre).

Taverna. Un particolare delle spedizioni coloniali. — Il servizio del treno nella campagna degli inglesi in Abissinia, 1867-68 (continuazione). (*Journal des sciences mil.*, agosto, sett. e ott.).

Utilità degli asini per gli usi militari. (*Allg. schweiz. Militärzeitung*, N. 40).

Simplex. La semplicità bandita. (*Streffleur's österr. mil. Zeitschrift*, ottobre).

Un po' di luce sull'artiglieria da campagna austriaca (*Id.* id.).

Ohm. (*Der Electro-Techniker*, N. 10).

L'allevamento dei cavalli in Francia nel 1895. (*Mil.-Wochenblatt*, N. 87).

Il ritorno della spedizione polare Nansen (*Mitth. aus dem Gebiete des Seew.*, fasc. X).

Dello stato d'assedio. (*Internationale Revue*, ottobre).

GRAFICI DI CONVERGENZA

In un precedente lavoro, inserto nella *Rivista di artiglieria e genio* sotto questo medesimo titolo (1), si esponeva la costruzione di un grafico, mediante il quale, essendo note le coordinate polari del bersaglio rispetto ad un certo osservatorio, si possono ricavare i dati di puntamento per una batteria avente posizione nota rispetto all'osservatorio medesimo. Quel grafico richiede il tracciamento di alcune circonfenze di gran raggio e di alcune iperboli che non sempre possono essere sostituite dai rispettivi assintoti: quindi una certa difficoltà nell'esecuzione pratica del disegno. Esporremo qui alcuni procedimenti di anamorfosi mediante i quali alle circonferenze ed alle iperboli si sostituiscono rigorosamente delle rette.

*
* *

Accenniamo prima brevemente e nelle sue linee generali il metodo che ci proponiamo di seguire.

Abbiasi fra tre quantità α, β, γ la relazione

$$F(\alpha, \beta, \gamma) = 0; \qquad [a]$$

poniamo

$$f_1(x, y, \alpha) = 0 \qquad [b]$$

$$f_2(x, y, \beta) = 0, \qquad [c]$$

essendo f_1 ed f_2 due funzioni scelte ad arbitrio, coll'avvertenza soltanto che soddisfacciano a certe condizioni di semplicità e comodità: fra queste tre equazioni $[a]$, $[b]$, $[c]$ eliminando α e β si otterrà

$$f_3(x, y, \gamma) = 0. \qquad [d]$$

(1) V. *Rivista*, anno 1896, vol. I, pag. 377.

Le equazioni $[b]$, $[c]$, $[d]$ rappresentano ciascuna un sistema di curve, nel quale ogni curva è determinata da un valore particolare del parametro α, β, e γ rispettivamente. Imaginiamo tracciate queste curve (fig. 1ª) e ogni curva sia designata colla indicazione del parametro che la determina. Per mezzo di questo diagramma, essendo dati due particolari valori α_1 e β_1 di α e β, si leggerà il valore γ_1, che vi corrisponde secondo la $[a]$, sulla curva del sistema γ passante per la intersezione delle curve segnate α_1 e β_1, : ad es. nella fig. 1ª si vede, che per $\alpha = 4$ e $\beta = 5$, si avrebbe $\gamma = 2$ (1).

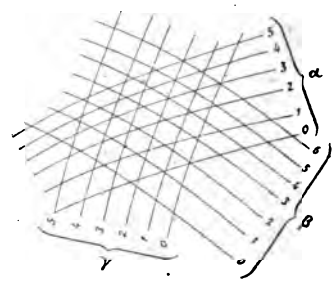


Fig. 1ª.

***

Riprendiamo ora il problema che ci siamo proposto.

Sia, come nel lavoro accennato:

in S (fig. 2ª) una stazione esterna alla batteria, fornita di mezzi adatti per misurare distanze ed angoli azimutali; in P il pezzo installato sopra un paiolo da difesa con rotaia graduata, orientata come il circolo azimutale del goniometro in S; in B il bersaglio visibile da S, visibile o nascosto per P.

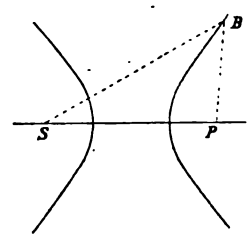


Fig. 2ª.

Sia la distanza $SP = 2d$.

L'inclinazione da darsi al pezzo per avere la gittata PB, deve essere quella corrispondente alla distanza SB, aumentata o diminuita di un segmento che è costante in valore assoluto ed eguale a $2a$, per tutti i punti situati sopra una

(1) Per l'esposizione di questo e di altri metodi di calcolo grafico, che sarebbero anch'essi adatti allo scopo propostoci, vedansi ad es. le due opere del D'Ocagne: *Nomographie* e *Le calcul simplifié*.

iperbòle avente come asse trasverso $2a$, come eccentricità $\frac{d}{a}$, P ed S per fuochi. Questa curva riferita al fuoco S ed all'asse polare SP, ha per equazione in coordinate polari

$$\rho = \frac{d^2 - a^2}{d \cos \varphi \pm a},$$

prendendo il segno $+$ o il segno $-$ secondo che si considera il ramo dell'iperbole corrispondente al fuoco S o l'altro corrispondente al fuoco P.

Fra i numerosi procedimenti che si possono imaginare, per applicare a questa formola il metodo sopraccennato, esponiamo quello che ci è sembrato più semplice e, dopo prova fatta, più adatto allo scopo.

Pongasi:

$$\rho = \frac{1}{x} \qquad [1]$$

$$\cos \varphi = y; \qquad [2]$$

eliminando ρ e φ fra queste due equazioni e quella dell'iperbole, si trova:

$$d\,y - (d^2 - a^2)\,x \pm a = 0 \qquad [3]$$

Le equazioni [1], [2], [3] corrispondono alle [b], [c], [d] e rappresentano ciascuna, in coordinate rettilinee, un sistema di rette che possono essere facilmente e rapidamente tracciate, cioè, due sistemi di rette parallele agli assi ed un terzo sistema che taglia gli assi a distanze note dall'origine. Per mezzo di questo diagramma, essendo date le coordinate ρ e φ del bersaglio rispetto al punto S, si avrà la correzione $2a$ (da aggiungersi o da togliersi a ρ) leggendo il valore corrispondente alla retta del terzo sistema che passa per l'intersezione di quelle segnate ρ e φ. Vedasi la fig. 3ª nella quale si è supposto $2d = 800\ m$.

Alcune avvertenze valgono a facilitare la costruzione e l'impiego del diagramma.

Non è necessario che le ordinate e le ascisse siano prese nella medesima scala; per ciascuno dei due sistemi può scegliersi quella che apparisce la più conveniente: così nella fig. 3ª le ascisse sono state prese in una scala 1000 volte maggiore di quella delle ordinate.

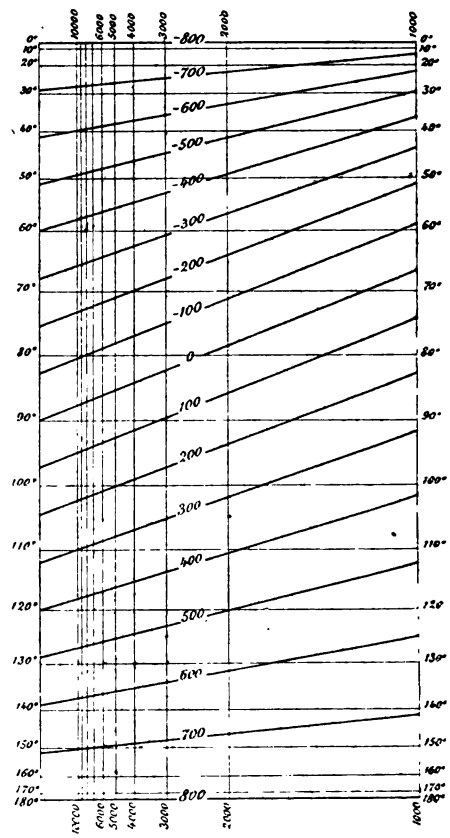


Fig. 3ª.

Il diagramma può deformarsi secondo una qualunque legge arbitraria, come si farebbe se la figura fosse disegnata sopra un foglio di caoutchouc, senza che il suo carattere fondamentale ne rimanga alterato, poichè le linee che si intersecano in un punto s'intersecheranno ancora in un medesimo punto dopo la deformazione. Si può così ottenere di allontanare fra loro le linee del diagramma dove sono troppo vicine, di avvicinarle dove si trovano inutilmente troppo lontane. La deformazione più semplice consiste nel dilatare o nel restringere le coordinate dei punti del sistema prese a partire da un asse opportunamente scelto. Questo metodo è stato appunto applicato nella fig. 4ª (tav. I), la quale rappresenta un diagramma equivalente a quello della fig. 3ª in cui sono state divise per 2 le ascisse a partire dalla retta di 3000 *m*, e divise poi ancora per 3 le ascisse prese dalla nuova retta di 2000 *m*.

Le rette rappresentate dalla equazione [3] divengono allora altrettante spezzate che accennano l'andamento delle iperboli alle quali si giungerebbe ponendo $\rho = x$ nella equazione iniziale.

Risolviamo lo stesso problema per quanto riguarda il puntamento in direzione.

Nella fig. 5ª sono conservate le stesse notazioni adoperate per la fig. 2ª.

Perchè il pezzo si trovi puntato in direzione, occorre che la PB faccia con la PS un angolo eguale a quello che fa con la stessa retta la SB, aumentato o diminuito di una correzione di convergenza, che è costante in valore assoluto ed eguale ad α per tutti i punti situati sopra una delle due circonferenze descritte sul segmento PS con raggio $r = \frac{d}{\text{sen}\,\alpha}$ e che hanno quindi per equazione

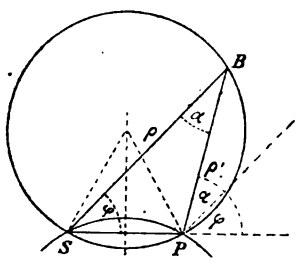


Fig. 5ª.

$$\rho = \frac{2\,d}{\text{sen}\,\alpha}\,\text{sen}\,(\varphi + \alpha).$$

Non ci è sembrato che questa equazione si presti ad una trasformazione semplice e comoda come quella dell'iperbole; riteniamo quindi preferibile seguire un'altra via per ricavare il valore della correzione α.

Dal triangolo PBS, indicando con ρ' la distanza BP nota perchè è eguale a $\rho \pm 2\,a$, si ottiene

$$\text{sen}\,\alpha = \frac{2\,d\,\text{sen}\,\varphi}{\rho'}.$$

La trasformazione che ci è sembrata più conveniente fra le molte che si possono presentare, consiste nel porre

$$\text{sen}\,\alpha = y$$

$$\frac{2\,d}{\rho'} = x,$$

e quindi

$$\text{sen}\,\varphi = \frac{y}{x}.$$

Il diagramma risulta così composto di due sistemi di rette parallele agli assi e di un terzo sistema di rette convergenti nell'origine.

Quest'ultimo sistema può con vantaggio essere sostituito da un indice imperniato nell'origine e mobile lungo una graduazione tracciata sul contorno del disegno: l'indice sarà formato da un regolo od anche da un semplice filo di crine, rimanendo così il disegno come apparisce nella fig. 6ª (tav. II, per la quale si è preso $2\,d = 800$).

Evidentemente il grafico della fig. 4ª nel quale le graduazioni parallele agli assi sono analoghe a quelle del grafico della fig. 6ª, potrebbe essere adoperato in luogo di quest'ultimo: occorrerebbe però ingrandirne soverchiamente la scala, acciò nel fascio delle rette parallele all'asse delle ascisse si potessero distinguere i decimi di grado.

La correzione α ha lo stesso segno dell'angolo φ.

*
* *

È opportuno considerare anche il caso in cui la convergenza si debba ottenere, non fra la batteria ed una stazione telemetrica lontana, ma fra i diversi pezzi di una stessa batteria, ovvero fra i pezzi e un telemetro adiacente: il caso insomma in cui $2\,d$ è piccolo rispetto a ρ.

Allora la correzione in distanza $2\,a$ (fig. 7ª) è data dalla formola:

$$2\,a = 2\,d \cos \varphi$$

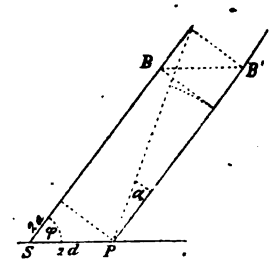


Fig. 7ª.

cioè, la correzione è funzione soltanto dell'angolo azimutale che l'asse del pezzo di base o del telemetro fa con la retta congiungente i punti fra i quali si vuole ottenere la convergenza: essa allora può esser fornita da una tabella numerica a semplice entrata, o anche da una scala grafica comunque disposta, o finalmente

indicata sulle rotaie dei paioli, come ha opportunamente proposto il cap. Belvederi (1).

Per la correzione in direzione si ha (fig. 7ª)

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{2\, d \operatorname{sen} \varphi}{\rho} :$$

ponendo

$$\operatorname{tang} \alpha = y$$

$$\frac{2\, d}{\rho} = x ,$$

e quindi

$$\operatorname{sen} \varphi = \frac{y}{x} .$$

si ottiene il grafico della fig. 8ª (tav. III). Per esso si è preso $2\, d = 100\, m$. Le correzioni α sono indicate in millesimi di raggio.

Praticamente nel tiro arcato, avverrà che in batteria non si conosca la distanza di tiro, ma soltanto la carica e l'angolo di inclinazione e che sia quindi più conveniente di avere la correzione in direzione espressa in funzione di questi elementi e la correzione in gittata espressa in gradi di inclinazione anzichè in distanza.

Per quanto riguarda la correzione in direzione basta, come si è fatto nella fig. 8ª, applicare alla scala delle distanze, quelle delle inclinazioni corrispondenti per le diverse cariche: per la correzione in gittata, proponiamo il metodo seguente.

Rammentiamo come, nel tiro arcato specialmente con bocche da fuoco di grosso calibro, si ammette che si verifichi approssimativamente la legge del tiro nel vuoto, cioè che per una certa velocità iniziale, la gittata è data dalla formola

$$\rho = A \operatorname{sen} 2\, \Psi$$

in cui Ψ è l'angolo di elevazione e A una costante che ha

(1) V. *Rivista*, anno 1895, vol. IV, pag. 5.

un valore speciale per ogni carica. Variando Ψ di una quantità $\Delta\Psi$, sarà:

$$\Delta\rho = 2\,d\cos\varphi = 2\,A\cos 2\,\Psi\,.\,\Delta\Psi\,,$$

pongasi ora

$$\Delta\Psi = y$$

$$\frac{2\,d}{2\,A\cos 2\,\Psi} = x$$

e per conseguenza

$$\cos\varphi = \frac{y}{x}\,;$$

si potrà così costruire per una data carica e quindi per un dato valore di A un grafico in cui si trovino riportati, sull'asse delle x i valori di $\frac{2\,d}{2\,A\cos 2\,\Psi}$, contrassegnandoli coi relativi valori di Ψ, e sull'asse delle y quelli di $\Delta\Psi$. Siccome però praticamente la legge espressa dalla formola

$$\Delta\rho = 2\,A\cos 2\,\Psi\,.\,\Delta\Psi$$

risulta troppo poco approssimata, sarà preferibile segnare la graduazione sull'asse delle ascisse per mezzo dei dati forniti dalle tavole di tiro. Uno stesso grafico può servire per tutte le cariche, notando gli uni sotto gli altri i diversi valori di Ψ che nelle varie cariche corrispondono ad uno stesso valore di $2\,A\cos 2\,\Psi$. Per ogni carica occorreranno inoltre due graduazioni; una per le correzioni additive, l'altra per quelle sottrattive, poichè nei dintorni di 45° queste due correzioni differiscono notevolmente fra loro. Vedasi la fig. 9ª (tav. IV), nella quale si è preso $2\,d = 100$.

Un medesimo grafico, del genere di quelli delle fig. 8ª e 9ª, può del resto servire per qualunque altro valore di $2\,d$, sia variando la graduazione corrispondente ad α o a $\Delta\Psi$, sia tenendo conto di quanto è già stato altra volta esposto.

*
* *

Nel precedente già citato lavoro si è accennato quali, a nostro avviso, potrebbero essere le applicazioni dei grafici proposti, indipendentemente dal tiro contro bersaglio in moto: non riteniamo ora fuor di luogo esporre i procedi-

menti che ci sembrano più adatti per eseguire questa specie di tiro, impiegando appunto un ordinario telemetro e i grafici sopra descritti: forse questi procedimenti riescono più semplici di quello che sembrerebbe a prima vista.

Esaminiamo successivamente i diversi casi che si possono presentare:

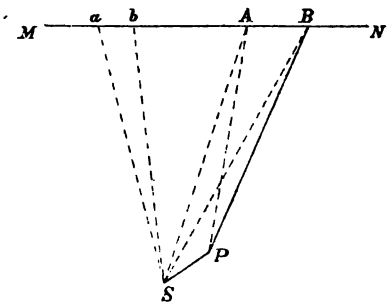


Fig. 10ª.

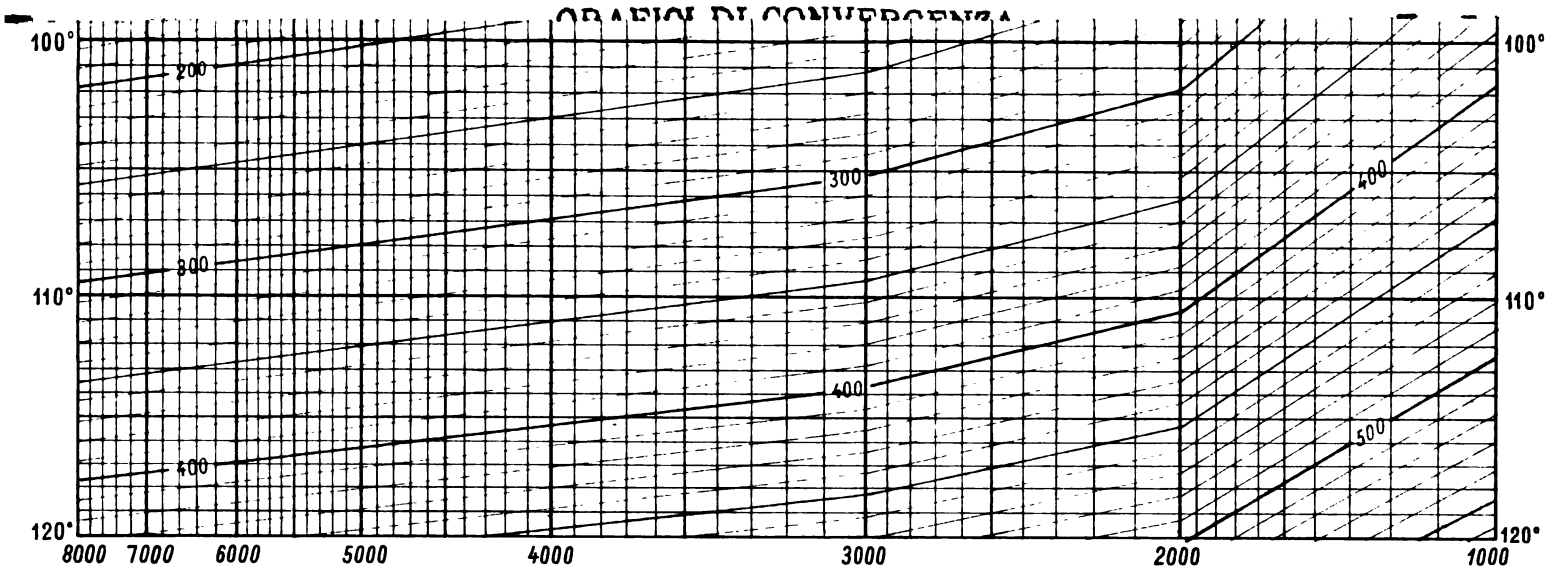
a) *Stazione esterna vicina alla batteria: bersaglio visibile.* — Sia MN (fig. 10ª) la rotta che il bersaglio percorre: si compiano da S le consuete operazioni telemetriche, come se ivi fosse collocata la batteria; a questa, che è situata in P, possono essere trasmessi lo scostamento che si ricava per il punto S e la distanza di tiro SB calcolata per S, ma aumentata della correzione di convergenza in gittata che corrisponde, sia al punto a in cui si suppongono iniziate le operazioni telemetriche, sia preferibilmente ad un altro punto qualsiasi più vicino a B. Se le rotaie dei paioli sono graduate, basterà invece trasmettere dalla stazione S la distanza SB, lasciando che le correzioni di convergenza in gittata vengano eseguite in batteria. Si fa infine partire il colpo, quando il bersaglio giunge alla distanza di fuoco SA calcolata per S.

b) *Stazione esterna vicina: bersaglio invisibile.* — Come nel caso precedente; ma nel determinare lo scostamento, occorre aggiungere quello che è necessario per ottenere la convergenza fra batteria e bersaglio in a o meglio in altro punto più vicino a B: mentre col cannocchiale del telemetro si segue il bersaglio, si trasmettono alla batteria gli angoli di direzione segnati dal contatore: si fa partire il colpo quando il bersaglio giunge alla distanza SA.

c) Stazione esterna lontana: bersaglio visibile. Mediante due rilevamenti della posizione del bersaglio, fatti quando questo si trova in a e in b, si calcoli come al solito la distanza SB e si calcoli in più l'angolo BSP: con questi dati, mediante il grafico della fig. 4ª si ricavi la distanza PB da comunicarsi alla batteria; si faccia partire il colpo quando il bersaglio giunge alla distanza di fuoco SA, calcolata tenendo conto della durata della traiettoria rispetto a P. Per quanto riguarda lo scostamento, quantunque sia possibile calcolarlo per la batteria situata in P anche dalla stazione S, ci sembra più conveniente ricavarlo mediante dati ottenuti con uno strumento stabilito nelle batteria o poco distante da essa.

d) Stazione esterna lontana: bersaglio invisibile. — Adoperando il metodo designato col nome di *puntamento preparato doppio*, basterebbe calcolare le coordinate polari del punto d'arrivo del proietto B rispetto ad S e dedurne quindi, mediante i grafici, quelle rispetto a P. Ma lasciando da parte questo metodo che praticamente non ha fatto buona prova, si potrà procedere nel modo seguente: pel puntamento in elevazione, si operi come pel caso in cui il bersaglio è visibile; per il puntamento in direzione, si adotti lo scostamento risultante dalla somma di quelli occorrenti, per correggere la derivazione del proietto alla distanza PB, per correggere l'angolo ASB e per ottenere la convergenza nel punto B fra le due visuali dirette da S e da P; quindi, mentre col cannocchiale del telemetro si segue il bersaglio, si trasmettono alla batteria gli angoli di direzione segnati dal contatore. Si fa partire il colpo quando il bersaglio giunge alla distanza SA.

GIULIANO RICCI
capitano d'artiglieria.



UNIV. OF MICH.

Laboratorio foto litografico del Ministero della Guerra

PROPOSTA
DI UNA FERROVIA ECONOMICA MASSAUA-ASMARA

Tout ce qu' on peut trouver dans l'expérience du passé, c'est l'exemple des fautes à ne pas commettre, car toutes les expéditions coloniales ont eu les leurs, souvent, helas! simples répétitions de celles des expéditions antérieures. M. E. TAVERNA.

(*Journal des sciences militaires*, Août 1896: *Un detail des expéditions coloniales*).

Spesa di 30 milioni, diminuzione di 4 000 italiani combattenti, distolti pel servizio d' intendenza, spinta non ultima ad attaccare l'esercito di Menelik, e conseguente disfatta di Abba Carima, ritardo della liberazione di Adigrat almeno di 15 giorni, tali sono gli sconfortanti capitoli del bilancio pel servizio dei trasporti nella Colonia Eritrea durante l'ultima campagna.

Di questo risultato varie furono le cause, ma una è stata certamente la poca conoscenza, o il poco conto che taluni fanno, della capacità e della rapidità di posa in opera del più moderno fra i mezzi di trasporto, del quale in circostanze consimili fecero uso amplissimo altre nazioni, e di cui v'era già l'esempio nella Colonia nostra.

Se la ferrovia Decauville che, a tipo leggiero, (1) segnalati servizi rese e rende tuttora nella Colonia fra Massaua

(1) In Italia il binario minimo da 60 a 75 *cm* pel trasporto passeggieri e merci a piccola velocità, su forti pendenze, è quasi sconosciuto. Non v' è, ch' io mi sappia, che l'esempio della Menaggio-Porlezza e Luino-Pontetresa. In Inghilterra la linea del Festiniog, che dal 1863 dà il 20 % agli azionisti; nell' India inglese la linea Darjeeling; in Francia molte vie interprovinciali e i forti dell'Est (per 600 *km*); il Tonchino (120 *km*), la Tunisia (68 *km*), la Guiana, il Madagascar, l'Oceania (150 *km*) sono ser-

ed Archico si fosse prolungata con materiale adatto (locomotiva N. 10 e binario N. 12) per Ua-à fino a Mahio o, meglio ancora, imitando gli inglesi nella spedizione del 1867-68 (1), si fosse impiantata a nuovo una linea che dal mare per la valle Cat Kur-Kur e Ua-à si fosse spinta a Mahio, si sarebbe avuta in un mese di tempo e per lire 1 300 000 nel primo caso o per lire 800 000 nel secondo, una comunicazione capace di portare a Mahio ogni giorno e con sole 100 lire di spesa, 1500 quintali, ossia 100 000 razioni viveri e 2000 razioni foraggio.

Il mese di tempo raddoppiò, a dir poco, per fare le incette di muli italiani, di muli ciprioti e di cammelli, che costarono, dati a Massaua, oltre 10 milioni; il quintale di merce arrivato a Mahio *costava 60 lire* anzichè *sei centesimi* e pur costando 60 lire non arrivava che nella proporzione del 50-60 °/₀, e uomini e quadrupedi stentavano o morivano (2).

Date queste cifre, che anche ridotte a metà sono enormi, dati gl'inconvenienti disciplinari e fisici che l'incerto approvvigionamento e le fatiche incessanti produssero, è da chiedersi se non sia ora di decidere, insieme alla riorganizzazione della Colonia, la costruzione della ferrovia Mas-

---

viti dalla Decauville collo scartamento di 60 *cm*. Del binario di 0,60 posto in opera durante le operazioni di guerra e senza tanti studi, affatto inutili, si giovarono inglesi, russi (106 *km* nel Turckestan) ed olandesi (*km* 18) nelle loro imprese in Africa ed in Asia. Gli austriaci durante la guerra in Bosnia costrussero subito 145 *km*, e poi continuarono sempre collo stesso scartamento fino a 750 *km*, che tanti ne misura ora la rete ferroviaria bosno-erzegovese amministrata dal Ministero della guerra. Attualmente sono in esercizio nel mondo 5000 *km* a scartamento fra 0,60 e 0,75. In Italia sono rari anche gli scartamenti di 1 *m* (745 *km*), ed il predicare poi l'applicazione del binario minimo fa sorridere i competenti, che sono restati (i più progressisti) al binario di Rivoli. Alcuni sono perfino arrivati a proporre per la Massaua Asmara il sistema Roman Abt!

(1) Stesero durante la guerra la linea Malkatto-Komailo (20 *km* circa). Vedi foglio *Zula*, della carta al 50 000.

(2) Scrissi questa memoria prima che apparisse la relazione dell'intendente durante la guerra d'Africa del 1896, e perciò il quadro ora fatto sembrerà roseo.

saua-Asmara, *ma non ferrovia latinamente grandiosa, passiva ed impossibile*, sibbene ferrovia proporzionata allo scopo, attiva nell'esercizio, possibile per le nostre finanze e *sopratutto di pronta attuazione.*

E, non a caso dico « sopratutto di pronta attuazione », poichè conviene notare che ogni mese che passa fa perdere, per maggior spesa nei trasporti, circa 100 000 lire e che quindi, se prima di iniziare i lavori si vorrà compilare il progetto della ferrovia, ne risulterà che, questo importando almeno un anno di tempo, si perderà più di un milione di lire ossia più di un terzo del costo di tutta la linea, supponendo che non vi siano movimenti militari straordinari, perchè, se ciò si avverasse, i 3 milioni sfumerebbero in un mese (1).

Ora siccome gli studi fatti su scartamenti normali e di 1 *m* importano spese variabili da 130 a 12 milioni, e che anche 12 milioni sono troppi per le nostre finanze, pensai se con un tipo di linea più economico, si potesse raggiungere lo scopo principale, e cioè quello del trasporto di truppe e materiale militare, essendo evidente che il trasporto di merci private e passeggieri è scopo secondario, perchè il suo reddito, se coprirebbe largamente le spese di esercizio, lascerebbe scoperto, almeno per ora, l'interesse del capitale.

Invece, l'ottenere una potenzialità di trasporti giornalieri di 1500 quintali di viveri (2) o di 1500 uomini ed il risparmiare annualmente *almeno un milione* sui soli trasporti del tempo di pace, costituisce indiscutibilmente lo scopo principale.

Ammessa sufficiente tale potenzialità (3), e tenuto conto che la difficoltà maggiore da vincere non è quella di supe-

(1) Informino la gestione Genè, la 1ª spedizione ad Adua, le spedizioni per la cattura di Ilma, la spedizione di Cassala e l'ultima guerra.

(2) Pari a 100 mila razioni viveri di 1,30 *kg* e 2000 razioni foraggio di 10 *kg*.

(3) Ottenibile con una sola corsa di tutto il materiale preventivato, a velocità orarie limitate da 8 a 22 *km*.

rare 2400 *m* di dislivello con 100 *km* di percorso, sibbene quella di sviluppare la linea su quell'intricato e tormentatissimo terreno, ne consegue che il tipo da adottarsi dovrà anzitutto e *sopratutto essere pieghevolissimo*, e cioè comportare curve di raggio minimo e forti pendenze.

La Darjeeling-Himalaya Railway che dal 1882 dà il 17 °/₀ agli azionisti, e che con scartamento di 61 *cm* supera in soli 80, anzichè 100 *km*, precisamente 2400 *m*, indicava chiaramente il tipo da scegliere, e cioè il Decauville pesante a scartamento di 60 *cm* col quale la linea riesce di costo limitatissimo perchè comporta materiale fisso e mobile leggiero (di pronta attuazione), perchè non richiede studi di qualche entità, e comporta forti pendenze (1), raggi limitati da 25 a 50 *m*, larghezza di via ridotta a 2,78 *m*, e, mediante gli speciali suoi ponti Eiffel, fa evitare quasi totalmente le opere d'arte (2).

Il binario Decauville, avendo poi le rotaie fisse alle traverse, risulta indeformabile (3) e si pone in opera con straordinaria rapidità, anche con una mano d'opera poco intelligente, come è provato dalla esperienza giornaliera che si fa a Massaua dove, nel suo tipo leggiero, il Decauville rese e rende tanti servizi.

Ogni altro tipo, senza dare una molto maggiore potenzialità (poichè questa ripete la sua origine, più che dalla

---

(1) M. de Freycinet, ingegnere esimio e ministro della guerra, ascese l'8 maggio 1888 al forte Lucey sul Decauville al 9,5 °/₀ e là giunto decorava colla legione d'onore il capitano Péchot che ve lo aveva condotto.

Nella linea Massaua-Asmara le pendenze sarebbero inferiori al 4 °/₀, fino a Ghinda, e non superiori al 5 °/₀ nel restante tratto.

(2) I ponti Eiffel speciali per le ferrovie Decauville, ad elementi di 2 *m*, hanno la portata massima di 24 *m* senza sostegni intermedi e costano lire 340 per *m*. Con delle stilate intermedie si possono quindi fare ponti o viadotti di 48, 72 e più *m*, capaci di portare il treno più pesante, ossia quello di 250 tonnellate.

(3) L'indeformabilità della linea, sopratutto nelle curve, è qualità talmente preziosa che basterebbe da sola a giustificare il binario a traversa metallica fissa alla rotaia. E la traversa metallica è poi una necessità assoluta nella Colonia dove in alcune regioni regnano le termiti che divorano letteralmente il legname.

larghezza del binario, dalle minori pendenze e dalle ampie curve), costerebbe tempo e tesori, senza ragione di essere nè commercialmente nè militarmente; non commercialmente poichè i 1500 quintali trasportabili in un giorno superano i quintali di merci e grano che in un mese vanno sull'altipiano; non militarmente perchè, mentre non si avranno mai contemporaneamente sull'altipiano più di 100 000 uomini e e di 2000 quadrupedi, non è supponibile che occorra di trasportarvi da Massaua, giornalmente, più di 1500 uomini e cioè il carico della più grande delle nostre navi di trasporto.

* * *

Detto così del tipo da adottare resta a dire del tracciato da seguire. La ferrovia, avendo scopo essenzialmente militare, dovrà in primo luogo giungere all'Asmara (chiave militare della Colonia) protetta dal massiccio del Monte Bizen, salvo (se sarà nelle intenzioni del governo) a spingerla fino a Gura, Saganeiti e Halai, od a Cheren ed a Cassala scendendovi da Asmara. Siccome poi commercialmente conviene passare per Otumlo e Moncullo e non si può militarmente abbandonare Saati, la linea dovrà seguire il tracciato dell'attuale ferrovia fino alla foce del Jangus, di qui distaccare per servizi eventuali un ramo fino a Saati e proseguire colla linea principale lungo l'Adeita, quindi lungo il Jangus e passando per forte Jangus, forte Ambatocan ed il villaggio di Baresa, giungere a Ghinda.

Si seguirebbe, come si vede, in parte la strada inglese e si abbandonerebbe totalmente l'intricatissimo altipiano del Digdigta, evitando così una serie notevole di contropendenze, un ponte lunghissimo sul Demas e l'assoluta mancanza di acque adatte per le caldaie (1), ed invece si salirebbe dolcemente a Ghinda (2) incontrando le acque buonissime del

(1) Le acque del gruppo collinoso dei Digdigta, depongono, evaporando, 2 $^1/_2$ *kg* di sali magnesiaci per mille litri.

(2) Nei pressi di Baresa si vincerebbe la salita o passando sulla destra del Baresa o con un ramo a regresso (lacet).

Baresa che potrebbero forse, oltre al servire per le caldaie, essere economicamente portate a Massaua in sostituzione di quelle prodotte a caro prezzo dai distillatori.

Da Ghindà a Nefasít si seguirebbe quasi per intero la nuova strada, convertendone i pochi tourniquets in rami di regresso ed incontrandovi le eccellenti acque di Alghenap e di Mai Laoti. Da Nefasit alla Sella dell'Arbaroba ammetto (non ricordando se le pendenze sui Lessa Giagher siano del 5 o del 6 °/₀) di fare a nuovo la sede ferroviaria, come pur si dovrà fare a nuovo dalla Sella dell'Arbaroba alle Porte del Diavolo perchè la pendenza della nuova strada in questo tratto è del 6 °/₀ certamente. Dalle Porte all'Asmara si seguirebbe la strada ordinaria la cui pendenza è minima.

Con questo tracciato, e non superando mai il 5 °/₀, la Massaua-Asmara si ridurrebbe a 100 *km* i quali (lavori e materiali compresí) importerebbero 3 milioni di lire, somma che non parrà esagerata nemmeno per le nostre finanze quando riflettasi che, mentre l'esercizio sarà attivo, si abbrevierà di due giorni il viaggio per Cheren, Cassala e Saganeiti e si coprirà in breve colle economie risultanti sui trasporti militari il costo della ferrovia.

***

Riservandomi di dare le dimostrazioni del costo della linea proverò queste asserzioni con calcoli basati sul minimo servizio di pace e sul minimo prezzo ottenuto in passato pel trasporto di un quintale all'Asmara, perchè, se prendessi a base il servizio del tempo di guerra od i prezzi attuali di trasporto, dimostrerei, come già dissi, che la ferrovia si pagherebbe per intero in un mese nel primo caso, ed in tre anni nel secondo.

Dimostrerò anzitutto come l'esercizio sarà largamente attivo, *anche se fatto da privati.*

Un treno di andata-ritorno (composto di una vettura di 3ª per 56 posti, di una mista 1ª e 2ª per 30 posti complessivamente, e di un carro merci capace di 5 tonnellate) costerebbe

lire 105 fra personale, consumi e manutenzione del materiale e della linea (1). Ora, se questo treno trasportasse da Massaua all'Asmara:

30 passeggieri	di 3ª a L.	2,50 - (0,025 per *km*)	L. 75
5 passeggieri	di 2ª a »	4,00 - (0,040 » »)	» 20
2 passeggieri	di 1ª a »	6,00 - (0,060 » »)	» 12
2 tonnellate di merci	»	20,00 - (0,200 » »)	» 40
		introiterebbe	L. 147

Supponendo lo stesso introito pel treno discendente, *e di fare un sol treno al giorno*, si avrebbe un reddito lordo di lire 294, da cui dedotte le spese di esercizio in lire 105 resterebbero lire 189 giornaliere o lire 69 000 annue disponibili (2).

Un sol treno pagherebbe quindi non solo i propri consumi, il proprio personale e la manutenzione della linea e del materiale, ma anche il personale dirigente e di stazione e quello necessario per altri due treni giornalieri, che potessero occorrere; il qual personale importa la seguente spesa:

1 Direttore (ingegnere)	L.	7 000	
1 vice-direttore (ingegnere)	»	5 000	
4 assistenti di linea	»	10 000 - (a lire	2500)
5 capistazione	»	10 000 - (a »	2000)
7 manovali indigeni	»	3 850 - (a »	550)
2 macchinisti	»	7 300 - (a »	3650)
2 conduttori	»	4 400 - (a »	2200)
2 fuochisti indigeni	»	1 450 - (a »	725)
Totale . . .	L.	49 000	

Le residue lire 20 000 dovrebbero destinarsi, in parte, a ribassare la tariffa della 3ª classe, onde facilitarne l'uso agli indigeni, il cui trasporto è lucrosissimo e farebbe la fortuna della ferrovia.

(1) Vedi in seguito la relativa dimostrazione.

(2) Il tronco Massaua-Saati di 27 *km* dava nel 1892-93 lire 2000 circa di introito lordo mensile col trasporto dei soli indigeni.

Chi rammenta le carovane di molte centinaia di indigeni che, due volte la settimana, carichi di merci vanno da Saati all'altipiano, troverà ben meschino, per non dire irrisorio, il traffico supposto, ma ciò appunto feci perchè meglio risultasse quanto sicura sia la riuscita finanziaria dell'esercizio.

Dimostrerò ora come il risparmio che otterrà il governo sui *trasporti del solo materiale* basterà a coprire gli interessi e l'ammortamento del capitale.

Senza tenere conto dei prezzi esagerati che si pagarono in passato *per un quintale* portato da Massaua all'Asmara (lire 90 poi 47 poi 32 ed ora 21), mi riferirò al minimo costo di lire 8 ottenuto (per un brevissimo periodo di tempo) col sistema del capitano De Pamphilis in tempi di calma perfetta.

L'amministrazione militare deve mandare sull'altipiano i viveri per le truppe di Asmara, Saganeiti, Adi Ugri, Adi Cajè, Aztaclezan, Cheren e Cassala ciò che, come risulta dai dati di fatto, esige un movimento minimo di 50 000 quintali all'anno, che a lire 8 importano L. 400 000. Aggiungendovene 10 000 pel trasporto della posta e 20 000 circa per trasporti del materiale del genio, del numerario, degli ammalati, ecc., si raggiungerà una spesa totale di lire 430 mila. Invece, colle tariffe fissate pel treno viaggiatori, queste spese si ridurrebbero a 100 mila con un risparmio quindi di 330 mila lire sul sistema De Pamphilis equivalenti all'interesse dell' 11 °/₀ sul capitale speso, o di lire 950 mila sui prezzi che si pagano attualmente all'impresa Bienenfeld, equivalenti ad un terzo del costo della linea.

Questi risultati, ottenuti esagerando in più le spese ed in meno gli introiti, mostrano come anche la convenienza finanziaria di costrurre, *senza dilazione*, la ferrovia sia tale da costituire, a mio parere, un obbligo del Governo perchè, mentre egli si garantirà contro lo spreco di molti milioni e contro altri insuccessi in caso di nuovi eventi di guerra, si rifarà anche, data la pace continua, in brevissimo volgere di tempo del capitale speso ed avrà fornita la colonia di un mezzo potentissimo di sviluppo commerciale.

***

Passo ora a dimostrare che il costo della linea e del materiale mobile e fisso, inerente al suo esercizio, non potrà mai superare i tre milioni di lire, *se costrutta da privati.*

Premesso:

a) che le strade militari Ghinda-Asmàra, Aztaclezan-Eleberet e l'inizio di quella del Maldi, studiate, tracciate e costrutte totalmente la prima ed in molta parte le altre quando ero comandante locale del genio laggiù (1892-93), costarono in media da 3 a 4 lire al metro, avendo pendenze mai superiori al 6 °/₀, larghezza minima 3 *m*, con tourniquets comodissimi;

b) che quindi basteranno lire 6 per *m* di sede nuova e lire 3 per *m* di strada da modificarsi;

c) che, mentre pei 25 *km* Massaua-Jangus, seguendosi la sede dell'attuale ferrovia, non occorrono modificazioni, si debbano fare a nuovo i 50 *km* dei tratti Jangus-Ghinda e Néfasít-Porte del Diavolo e modificare i 25 *km* dei tratti Ghinda-Néfasít e Porte del Diavolo-Asmara;

ne consegue il seguente preventivo di spesa:

	Lunghezza in *km*	Spesa in lire per *m*	Spesa in lire complessiva
1° costruzione di sede nuova . .	50	6	300 000
2° modificazione di sede	25	3	75 000
3° posa dell'armamento	100	1	100 000
4° armamento tipo N. 14 . . .	100	13,475	1 347 500
5° ponti Eiffel	0,3	340	102 000
6° fabbricati, condotti, ecc. . .	—	—	33 000
7° direzione degli studi e dei lav.	100	0,3	30 000
8° imprevisti 8,2 °/₀	—	—	212 000
9° guadagno dell'impresa . . .	—	—	400 000
		Totale	2 600 000

Il materiale necessario ad ottenere la potenzialità giornaliera di 1500 quintali o di 1500 uomini e quello occorrente pel servizio pubblico si comporrà dei veicoli qui sotto descritti per numero e valore, e coi quali si possono fare:

6 treni da 250 uomini (1 macchina, 3 vetture di 3ª, 1 carro merci, ciascuno); oppure

6 treni con 25 tonnellate di merce ciascuno (1 macchina e 5 carri merci); oppure

4 treni per uso pubblico (composti di 1 macchina, 1 vettura mista 1ª e 2ª, 1 vettura di 3ª ed 1 carro merci).

Locomotive . .	N.	6	a	L.	28 000	=	L. 168 000
Vetture di 3ª . .	»	24	a	»	4 500	=	» 108 000
Vetture miste. .	»	4	a	»	7 200	=	» 28 800
Carri merci da 5 *t*	»	30	a	»	1 900	=	» 57 000
							L. 361 800
Per acquisto di materiali di stazione, per piattaforme girevoli, serbatoi d'acqua, pezzi di ricambio, materiali di officine ecc. . . .							» 38 200
Importo totale del materiale							L. 400 000

Della attuale linea potrebbero utilizzarsi traverse e rotaie riducendo il binario a 60 *cm*. Macchine e carri, poco potenti ed ormai sciupati, dovrebbero abbandonarsi.

Conclusione.

Sommando i due importi risulta che la linea a scartamento di 60 *cm* col relativo materiale costerebbe L. 3 000 000 *se data ad impresa*. Qualora lavori e provviste si facessero ad economia e coll'impiego delle truppe si risparmierebbero le spese 1ª, 2ª, 3ª, 7ª e 9ª (lire 905 000) nonchè l'importo del dazio e dei diritti portuali a Massaua (lire 95 000) e cioè in totale 1 000 000 di lire, cosicchè, mentre il *km* di linea col relativo materiale costerebbe lire 30 000, se fatta ad impresa, ne costerebbe 20 000 se fatta ad economia dalle truppe.

Con nessun altro tipo di linea si potrà giungere a questi risultati e sarebbe quindi sprecare danaro e perdere un tempo prezioso lo adottare uno scartamento superiore a 60 *cm* (1).

Che se, per piegare a superstizioni tecniche, si vorrà ricorrere al binario di 75 *cm*, *adottato per necessità nelle linee Bosniache*, il *km* costerebbe lire 40000 nel primo caso e lire 25 000 nel secondo.

Andare più in là del binario di 75 *cm* sarebbe poi tale aberrazione tecnica e finanziaria che dimostrerebbe una volta di più come l'esperienza degli altri a nulla ci giova.

Tutte le cifre che finora venni esponendo non temono contraddizioni perchè basate su preventivi della Casa Decauville per la provvista del materiale, su uno schema di contratto con una primaria ditta genovese pel trasporto del materiale stesso da Anversa a Massaua, sul costo delle strade ordinarie da me fatte costruire nella Colonia ed in Italia (per la spesa occorrente a formare la sede stradale), ed infine sulla conoscenza personale del terreno e sulla carta topografica al 50 °/₀ della Colonia pel tracciato proposto.

E qui credo non inutile riportare testualmente un tratto del *Bulletin de la Commission internationale du congrès des chemins de fer*, (Bruxelles 1891).

« A l'arrivée des troupes autrichiennes, en 1878, lors de l'occupation de la Bosnie, on reconnut immédiatement qu'à cause de l'état des moyens de transport et des communications de la province, il était à peu près impossible de pourvoir par axe l'armée d'opération des vivres et des autres approvisionnements de guerre nécessaires. Pour ce motif, on résolut de construire un chemin de fer à voie étroite, de Bosnich-Brod à Zepce, ayant 145 kilomètres

(1) Autorevolissimi scenziati dimostrarono matematicamente che le locomotive non sarebbero mai corse sulle rotaie di ferro, più tardi altri non meno autorevoli, dopo aver gridato *plagas* del binario di un metro dissero, davanti al fatto compiuto, non potersi discendere più oltre. Sconfortati ancora dalla pratica, ammisero il binario di 75 *cm* ma come limite estremo oltre il quale ogni treno sarebbe sviato e non avrebbe reso nulla. Peccato che da tanti anni si corra sul binario di 60 *cm* sull'Himalaya!

environ de longueur et s'étendant aussi loin que le matériel de rails disponible le permettait; ce chemin de fer devait seulement être employé provisoirement pour satisfaire aux besoins des troupes. *La rapidité d'exécution imposée força naturellement de modeler complétement le tracé au terrain et d'adopter l'écartement* LE PLUS RÈDUIT POSSIBLE; ce qui détermina d'ailleurs le choix de l'écartement de 76 centimètres, ce fut cette circonstance que les locomotives et les wagons employés pour les terrassements de la ligne Temesvar-Orsova étaient disponibles. La section projetée Brod-Zepce, dont la construction avait été comandée en septembre 1878, ne put être achevée qu'en avril 1879, par suite de circostances extraordinaires provenant, d'une coté, des événements militaires, d' une autre coté, de la grande inondation de la vallée de la Save; les travaux furent ensuite poussés jusqu' à Zenica, et la ligne put être livrée au trafic le 9 juin 1879 ».

Riguardo a queste strade riporto poi un' altra nota che è decisiva *per rispetto al costo del km e per rispetto al tempo necessario a costruirlo*, notando che, dopo il 1884, gli enormi progressi fatti dalle industrie metallurgiche hanno di molto ridotti i prezzi dei materiali, e che l'invenzione degli economici ponti Eiffel e delle rotaie chiodate alle traverse metalliche ha resa infinitamente più sollecita l'esecuzione delle linee a scartamento ridotto.

« L'embranchement de Doboj à Simin-han (chemin de l'État de Bosnie-Herzégovine) a été construit d'octobre 1884 à avril 1886. Il mesure 66,7 kilomètres et il a coûté 19 490 florins (*39 754 francs*) par kilomètre, soit en tout moins de 1 300 000 florins (3 250 000 francs). Les premières études avaient fait présumer une dépense triple ».

Quanto ho esposto non m'induce nell'illusione di vedere la ferrovia attuata nè con uno scartamento nè coll' altro (perchè troppe cause le sono contrarie), ma ripeto ancora, per profonda convinzione, che, dovendo scegliere fra il 75 *cm* ed il 60 *cm*, preferirei quest'ultimo, e *in qualunque caso col*

materiale d'acciaio Decauville a rotaie chiodate alle traverse ed a campate di 5 m, essendo questo l'unico che offra i vantaggi di una rapida messa in opera, di lunga durata e di indeformabilità provata per lunga esperienza.

Rispetto alle forti pendenze da superare ed al materiale delle vie a scartamento ridotto, aggiungerò che ho viaggiato appositamente per mio conto in Italia e fuori su lunghi tratti di ferrovia al 4, 5 e 6,2 °/₀, e che per la strada ferrata del Darjeeling-Himalaya (in attività fin dal 1882 e che sale in soli 80 *km* 2400 *m* di dislivello) ho consultato molte pubblicazioni e interrogato qualcuno che l'ha percorsa (1).

Rispetto alla rete dei forti dell'Est, alle interprovinciali costrutte in Francia, alla linea costrutta dai Russi nella guerra del Turkestan ed a quella costruita dagli austriaci nella Bosnia-Erzegovina, basterà consultare le relazioni dei nostri addetti militari in Francia, in Austria-Ungheria ed in Russia che, certamente, ne avranno riferito.

Prima di procedere oltre e dare le dimostrazioni dei prezzi della linea, del materiale, del costo dell'esercizio ecc., parmi non inutile notare che, dato il costo del binario di 60 *cm provvisto e posto in opera ad economia* si spenderebbero:

L.	2 000 000	per	giungere	all'Asmara (100 *km*);
»	1 000 000	»	»	dall'Asmara a Saganeiti (50 *km*);
»	600 000	»	»	da Saganeiti ad Adi Cajè (30 *km*);
»	1 600 000	»	»	dall'Asmara a Cheren (80 *km*);
»	1 400 000	»	»	da Cheren ad Agordat (70 *km*);
»	3 600 000	»	»	da Agordat a Cassala (180 *km*);
L.	10 200 000			

basterebbero quindi a congiungere con una ferrovia tutti i punti della Colonia, militarmente e commercialmente più importanti, con l'inestimabile vantaggio

(1) Questa linea, come la Menaggio-Porlezza, ha una serie di rami di regresso o di zig-zag al 5 °/₀, e più un ramo a spirale completa con raggio di 25 *m*.

di portare in 3 giorni, al più, le truppe da Cassala ad Adi Cajè e viceversa. La linea per Cassala (anche se limitata ad Agordat) attirerebbe poi tutto quel commercio che ora va a Suachim, e ci potrebbe essere pagata totalmente qualora Cassala fosse ceduta agli inglesi, od a questi fosse permesso il transito a traverso la nostra Colonia.

Noto infine che, *volendolo davvero*, tre mesi basterebbero per costruire il tronco da Massaua all'Asmara. Nella occupazione della Bosnia gli austriaci costrussero i primi *145 km in sei mesi*, sebbene non avessero materiale a rotaie chiodate alle traverse, e non ostante le sospensioni e gli incagli causati dallo stato di guerra colle popolazioni e dalla enorme inondazione del 1875 nella valle della Sava. Essi però *non perdettero tempo nel fare progetti*, sequestrarono le locomotive ed i vagoni che erano stati impiegati nei lavori di terra della linea Temesvar-Orsova *e lavorarono* (1).

Dimostrazione della formazione dei vari treni.

Peso dei veicoli carichi:

a)	Carro merci vuoto	*t.*	1,20
	Merci	»	5,00
	Peso di un carro merci carico	*t.*	6,20
b)	Carro merci vuoto	*t.*	1,20
	26 soldati a 65 *kg*	»	1,70
	Peso di un carro merci con 26 soldati	*t.*	2,90
c)	Vettura di 3ª vuota	*t.*	3,20
	56 soldati a 65 *kg*	»	3,60
	Peso di una vettura di 3ª con 56 soldati	*t.*	6,80

(1) Altrettanto fecero gli inglesi in Abissinia ed ora in Egitto, dove riattarono e prolungarono la ferrovia da essi impiantata nel 1884

d)	Vettura mista vuota . . . . . *t*	3,20
	30 viaggiatori a 60 *kg* . . . . . »	1,80
	Peso di una vettura mista con 30 viaggiatori *t*	5,00

Peso dei treni:

Treno passeggieri (86 viagg. e 5 *t* merci): $a + c + d = t$ 18.
Treno viveri (con 25 *t*. merci) . . . . $5\,a =$ » 31.
Treno soldati (con 250 soldati) . . . . $4\,c + b =$ » 30.

Da questi dati consegue:

che il treno passeggieri potrà viaggiare con velocità media di 20 *km* e compiere il tragitto tanto ascendente quanto discendente in 6 ore (5 di viaggio effettivo, 1 per 4 fermate);

che il treno truppa e quello merci militari ascenderanno con velocità media di 15 *km* e compieranno il tragitto in 8 ore (6 $^3/_4$ di viaggio effettivo, 1 $^1/_4$ per le fermate). Il tragitto discendente si compierà in 6 ore come pei treni passeggieri.

Dimostrazione della potenzialità dei treni militari.

Col materiale preventivato si possono fare *sei* treni del 2° tipo o *sei* del 3° tipo.

I sei del 2° tipo trasporteranno quindi $6 \times 25 = 150$ tonnellate merci.

I sei del 3° tipo trasporteranno quindi $6 \times 250 = 1500$ soldati.

Dimostrazione delle spese di esercizio di un treno viaggiatori.

Pel treno ascendente:

Macchinista (bianco), col doppio delle paghe vigenti per il tram Casale-Alessandria,	Lire	10,00
Conduttore (bianco), id. id., ...	»	5,00
Manovale fuochista (indigeno)	»	2,00
Carbone: 700 *kg* a lire 0,05	»	35,00
Acqua: 5 *mc* a lire 1	»	5,00
Untumi	»	1,50
Manutenzione linea e materiali	»	14,00 (1)

Aggiungendo pel discendente:

Carbone: 300 *kg* a lire 0,05	»	15,00
Acqua: 2 *mc* a lire 1	»	2,00
Untumi	»	1,50
Manutenzione come sopra	»	14,00 (1)
Si avrà la spesa totale di	Lire	105,00

Dimostrazione del costo dell'armamento.

Armamento tipo N. 14: lire 10 120 per *km*, onde per 100 *km*	Lire	1 012 000
Nolo per un vapore di 4500 *t* con 30 stallie .	»	153 000
Cambio: 7 °/₀ sul costo e sul nolo	»	81 550
Dazio: 8 °/₀ a Massaua	»	80 950
Diritti portuali a Massaua: L 5 per *t* onde per 4000 *t*.	»	20 000
	Lire	1 347 500

(1) Notando che le spese per personale di direzione e di assistenza furono già calcolate in altra dimostrazione affermo che queste quote, importanti annue lire 10 220, sono sufficienti a mantenere linea e materiale perchè, mentre il materiale Decauville dà luogo ad una manutenzione affatto minima, non si avranno che limitate spese per la sede stradale quando essa sia (come la strada ordinaria Ghinda-Asmara) posta tutta su fondo solido e protetta dalle acque con un'ampia cunetta a monte.

La lunga esperienza che si può trarre dall'esercizio nella Colonia Eritrea della Decauville e dalla manutenzione della strada ordinaria, anzidetta, giustifica tali asserzioni.

Dimostrazione del costo del materiale mobile.

Premettesi che il trasporto da Anversa a Massaua ed i diritti portuali a Massaua sono compresi nelle cifre relative preventivate nella precedente dimostrazione:

Locomotiva con freno a vuoto	Lire	24 050
Trasporto ad Anversa	»	264
Cambio	»	1 702
Dazio sul costo (senza l'imballaggio)	»	1 888
Imprevisti	»	96
Costo di una locomotiva	Lire	28 000

Vettura di 3ª classe con freno	Lire	3 770
Trasporto ad Anversa.	»	79
Cambio.	»	302
Dazio	»	278
Imprevisti.	»	71
Costo di una vettura di 3ª	Lire	4 500

Vettura mista di 1ª e 2ª con freno	Lire	6,470
Trasporto ad Anversa.	»	79
Cambio.	»	302
Dazio	»	278
Imprevisti.	»	71
Costo di una vettura mista	Lire	7 200

Carro merci da 5 tonnellate con freno . . .	Lire	1 585
Trasporto ad Anversa.	»	24
Cambio	»	113
Dazio	»	78
Imprevisti.	»	100
Costo di un carro merci	Lire	1 900

Casale Monferrato 1° novembre 1896.

GIULIO OLDRINI
tenente colonnello del genio.

STUDIO SULLA TELEFONIA

Dalla lettura di diversi trattati di Telefonia (1) ho riportato l'impressione che in generale gli autori, e specialmente i più recenti, non dànno alle questioni concernenti i fenomeni elettrici, per effetto dei quali avviene la trasmissione della parola a distanza, uno svolgimento teorico conforme allo stato odierno della scienza elettrica.

In tali libri in massima, *la meraviglia delle meraviglie*, come venne chiamato il telefono appena scoperto, trova la sua spiegazione in un complesso di ipotesi e di considerazioni non sempre concordanti fra loro.

Nella convinzione che, per le odierne condizioni della telefonia, non è forse del tutto privo d'importanza qualunque tentativo che miri a disciplinare, col sussidio dell'analisi, i fenomeni che formano oggetto della telefonia stessa, ho creduto di presentare ai lettori della *Rivista di artiglieria e genio* il risultato di alcune mie modeste ricerche, intese a costituire lo schema di una teoria matematica delle trasmissioni telefoniche.

Se con la pubblicazione di questo lavoro riuscissi ad invogliare altri più competenti di me a fare ulteriori studî sull'argomento, e potessi nello stesso tempo contribuire in qualche modo anch'io a ciò che le questioni di telefonia diventassero di comune conoscenza fra gli ufficiali d'artiglieria e del genio (ai quali oggi segnatamente è affidato il còmpito di trarre dall'impiego del telefono, nella tecnica militare, il maggior utile possibile per i bisogni della guerra) crederei di avere raggiunto l'unico scopo prefissomi.

(1) Vedi Du Moncel: *Le téléphone;* Figuier: *Le nuove conquiste della scienza*; Rothen: *Studio sulla Telefonia;* Preece et Maier: *Le téléphone;* Montillot: *Téléphonie pratique;* Civita: *Telefonia* (*Enciclopedia delle arti e delle industrie;*) . . . . ecc.

I.

IL TELEFONO MAGNETICO

Il telefono magnetico, considerato nei suoi elementi costitutivi essenziali, si compone (fig. 1ª): di una calamita permanente NS; di un rocchetto AB, fissato ad uno dei poli della calamita; e di una lamina vibrante CD di materia magnetica, posta a breve distanza dal nucleo del rocchetto.

Per la corrispondenza telefonica occorrono due di tali telefoni; uno alla stazione *trasmittente*, l'altro alla stazione *ricevente*, disposti in modo che i fili dei rispettivi rocchetti facciano parte del circuito chiuso che collega le due stazioni (1). Il circuito può essere metallico o misto.

Il fenomeno della trasmissione della parola a distanza avviene perchè nel telefono trasmettitore l'energia delle onde sonore si trasforma in correnti elettriche, e queste nel telefono ricevitore si trasformano in onde sonore.

All'atto in cui si produce un suono in prossimità di un telefono magnetico le particelle dell'aria circostante alla lamina CD assumono un moto vibratorio; questo movimento viene comunicato alle molecole di detta lamina.

Per la disposizione sopra indicata, trovandosi la lamina nel campo magnetico della calamita, dal movimento vibratorio delle sue molecole consegue una modificazione nella distribuzione delle linee di forza del magnete. Per le note leggi sui fenomeni d'induzione ne risulta uno sviluppo di correnti elettriche indotte, lungo il circuito.

Per mezzo di queste correnti, modificandosi il campo magnetico della calamita del telefono ricevitore, si riproducono, con le modalità che vedremo in seguito, le onde sonore.

---

(1) Notiamo che il telefono magnetico è *reversibile*, cioè può servire da *trasmettitore* e da *ricevitore*.

Accennati per sommi capi i fenomeni che si manifestano nei telefoni durante la trasmissione dei suoni, vediamo come si possono dedurre le relative leggi.

***

a) **Telefono trasmettitore.** — Per le deformazioni (1) che subisce la lamina vibrante in dipendenza del moto vibratorio impresso alle sue molecole dalle particelle d'aria in movimento, si sviluppano nella sua massa (2) delle forze elastiche le cui intensità e direzioni sono funzione dello spostamento che le molecole stesse, soggette pure all'azione del campo magnetico, possono subire.

Sia (fig. 2ª) $A\,M = x$ lo spostamento che una molecola ha subito alla fine del tempo t, ed $f(x)$ la risultante della forza elastica e della forza magnetica che in tale istante si oppongono al suo movimento.

Se A è l'origine della traiettoria descritta dalla molecola M, evidentemente sarà $f(0) = 0$. Per la formula di Maclaurin:

$$f(x) = f(0) + x\,f'(0) + \frac{x^2}{2}\,f''(0) + \ldots$$

Essendo x una quantità piccolissima, imperocchè trattasi di movimento molecolare, se si pone $f'(0) = k$, può farsi:

$$f(x) = k\,x.$$

Siccome le forze elastiche si oppongono al moto, così indicando con v la velocità di M, si avrà:

$$\frac{d\,v}{d\,t} = -\,k\,x$$

ossia:

$$\frac{d\,v}{d\,t}\,d\,x = -\,k\,x\,d\,x$$

e quindi:

$$v\,d\,v = -\,k\,x\,d\,x \qquad [1]$$

---

(1) Il suono è il risultato di rapide oscillazioni delle molecole dei corpi le quali producono *deformazioni* nell'interno della massa dei corpi stessi e nella loro forma.

(2) Per le ricerche teoriche che formano oggetto del presente lavoro occorre considerare la lamina vibrante come costituita di materia *isotropa*, cioè omogenea in tutte le direzioni.

Supponendo r il massimo spostamento che la M subisce in dipendenza dell'energia della particella d'aria urtante, ed osservando che per $x = r$, si ha $v = o$, integrando l'equazione precedente si ricava:

$$v^2 = k\,(r^2 - x^2)$$

da cui:

$$v = \pm \sqrt{k}\,\sqrt{r^2 - x^2}\,. \qquad [2]$$

Questa relazione indica che il moto della particella è periodico per x variabile fra r e $-r$.

Dalla [2] si ha:

$$\frac{d\,x}{\sqrt{r^2 - x^2}} = \sqrt{k}\,d\,t$$

e integrando:

$$\text{arco cos}\,\frac{x}{r} = -\sqrt{k}\,t + \text{Cost}\,. \qquad [3]$$

Ponendo per condizione che per $x = r$, $t = 0$, cioè, che l'origine del tempo coincida col massimo spostamento di M, si deduce Cost. $= 0$, epperciò dalla [3]:

$$x = r \cos \sqrt{k}\,t\,. \qquad [3']$$

Da questa relazione, differenziando rispetto a t si ha:

$$\frac{d\,x}{d\,t} = v = -\,r\,\sqrt{k}\,\text{sen}\,\sqrt{k}\,t,$$

e per la [2], in generale:

$$v = r\,\sqrt{k}\,\text{sen}\,\sqrt{k}\,t\,. \qquad [4]$$

Indicando con T il tempo impiegato dalla particella per compiere una intera vibrazione, cioè il periodo del movimento, e se $t' - t = T$, sarà pure:

$$v = r\,\sqrt{k}\,\text{sen}\,\sqrt{k}\,t'\,. \qquad [4']$$

Dalle [4] e [4'] si deduce:

$$\sqrt{k}\,(t' - t) = 2\,\pi\,,$$

ossia:

$$\sqrt{k} = \frac{2\,\pi}{T}\,,$$

e quindi la [4] diviene:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t . \qquad [5]$$

Questa formula ci dà la legge del moto, teoricamente considerato, delle molecole della lamina vibrante quando essa trovasi sottoposta all'azione delle onde sonore.

Nella formula [5] si riscontrano le quantità T ed r che occorre definire.

Il valore di T dipende dal numero delle vibrazioni che in un dato tempo compiono le particelle d'aria soggette all'azione delle onde sonore; dipende cioè dall'*altezza* del suono.

Notiamo che per la voce umana le vibrazioni sonore variano fra 160 e 2048 per minuto secondo.

Con r abbiamo indicato lo spostamento massimo che subisce una particella della lamina. Evidentemente questo spostamento, oltre ad essere funzione della grossezza e costituzione molecolare della lamina, e dell'intensità del campo magnetico, è anche funzione dell'energia che anima le particelle d'aria soggette all'azione delle onde sonore; cioè funzione dell'*intensità* del suono.

La direzione dello spostamento, per la brevità della traiettoria, e per la natura della lamina, si può supporre che coincida con quella del moto delle particelle d'aria che urtano direttamente le molecole della lamina stessa.

Supponiamo che la lamina, come succede in pratica, sia di forma circolare di raggio R e di grossezza l, e che il centro di scuotimento delle onde dell'aria sia situato, come indica la figura 3ª, sulla normale $O\,C$ condotta per il centro della lamina e ad una distanza d da questa.

Tutte le molecole situate sopra una circonferenza di raggio y saranno urtate dalle particelle d'aria secondo una direzione che fa un angolo α colla normale predetta, determinato dalla relazione:

$$\cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} .$$

Siccome le onde sonore nel propagarsi nell'aria seguono la legge newtoniana, così se r_1 è lo spostamento massimo subito dalla particella situata in C, centro della superficie della lamina direttamente esposta alle vibrazioni dell'aria, ed r_2 quello della particella M, sarà:

$$r_2 = r_1 \frac{d^2}{d^2 \overline{y^2}} .$$

La componente di r_2, normale alla superficie della lamina, avrà il valore di r dato da:

$$r = r_1 \left(\frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} \right)^3 . \qquad [6]$$

È noto che se nel campo di una calamita si dispone un corpo magnetico, le linee di forza del campo subiscono uno spostamento avvicinandosi a detto corpo.

Se il corpo si muove nel campo seguendo una determinata legge, *necessariamente* anche le linee di forza si muoveranno seguendo la stessa legge.

Ora, le particelle della lamina vibrante si possono considerare come corpuscoli magnetici che si muovono nel campo della calamita, seguendo la legge data dalla formula [5].

Ne consegue che ciascuna di esse ha per effetto di modificare la distribuzione delle linee di forza del campo della calamita, spostandole con velocità data dalla [5].

Siccome nel campo trovasi il rocchetto, il cui filo fa parte di un circuito chiuso, così se ne deduce che le linee di forza della calamita, spostandosi conseguentemente del moto vibratorio della lamina, vengono tagliate dalle spire del rocchetto stesso, e sviluppano delle correnti indotte, le cui intensità sono funzioni della velocità del moto vibratorio.

Quindi nel telefono magnetico trasmettitore, l'energia delle onde sonore si trasforma in vibrazioni delle molecole della lamina; queste durante il loro movimento trascinano seco le linee di forza della calamita, obbligandole ad essere tagliate dalle spire del rocchetto. Da questo fatto deriva

uno sviluppo di correnti elettriche indotte nel filo del rocchetto, e perciò nell'intero circuito, che comprende anche il telefono ricevitore.

La formula [5] indica che il moto delle molecole della lamina vibrante è periodico; cioè, che per mezzo periodo di tempo le molecole si avvicinano al campo della calamita, e per l'altro mezzo periodo se ne allontanano.

Ne risulta, per i noti principî sull'induzione, che le correnti elettriche sviluppate dal telefono trasmettitore sono alternate.

Consideriamo, come nel caso di una dinamo, una porzione elementare di un conduttore M (fig. 4ª), che faccia parte di un circuito chiuso il quale si muova con moto rotatorio uniforme lungo una circonferenza di raggio r, in modo da tagliare le linee di forza di un campo magnetico, che supporremo uniformemente distribuito.

Nel conduttore si svilupperanno delle correnti indotte le cui intensità si possono considerare funzione della resistenza del circuito e della velocità del moto, ossia del numero di linee di forza tagliate in un dato tempo.

Se T è il tempo impiegato dall'elemento di conduttore per compiere un'intera rotazione, sarà:

$$V = \frac{2\pi r}{T} \qquad [1']$$

la velocità del suo movimento.

Indicando con v la proiezione di questa velocità sul diametro AB, per la posizione M dell'elemento di conduttore sarà:

$$v = V \operatorname{sen} w \qquad [2']$$

dove $90° - w$ è l'angolo fatto dalla direzione della velocità V col diametro AB.

Se il tempo si conta a partire dalla posizione A del con-

duttore si ha: $w = \frac{2\pi}{T} t$, e quindi per la [1′] e [2′]:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ sen } \frac{2\pi}{T} t . \qquad [5']$$

È chiaro che il numero delle linee di forza, tagliate dal conduttore in un tempo qualunque, è lo stesso tanto nel caso in cui si consideri il moto rotatorio uniforme, quanto nel caso in cui si consideri la proiezione di detto movimento sul diametro $A B$.

Perciò l'intensità e la specie di corrente che si sviluppa nel conduttore è identica tanto nel caso in cui l'elemento di conduttore si muova sulla circonferenza $A M B C$, con velocità $V = \frac{2\pi r}{T}$, come nel caso in cui si muova lungo il diametro $A B$ con velocità periodica $v = \frac{2\pi r}{T}$ sen $\frac{2\pi}{T} t$.

Per il principio di reciprocità, l'intensità e la specie di corrente, che si sviluppa nell'elemento di conduttore M, è identica a quella ora considerata, anche nel caso in cui sono le linee di forza che si muovono con velocità data dalla [5′] per essere tagliate dallo stesso elemento di conduttore.

Riassumendo e coordinando le considerazioni sopra esposte possiamo dire quanto segue:

Nel telefono magnetico, all'atto in cui in vicinanza di esso si produce un suono, le particelle della lamina vibrante si muovono con moto vibratorio, e nel loro movimento trascinano seco le linee di forza del campo con velocità periodica $v = \frac{2\pi r}{T}$ sen $\frac{2\pi}{T} t$; queste vengono tagliate dalle spire del rocchetto e inducono nel circuito correnti alternate.

Notiamo che r varia da molecola a molecola lungo un raggio della lamina.

Nelle dinamo o macchine magneto-elettriche, ogni elemento del circuito dell'indotto che si muove con moto ro-

tatorio di velocità $V = \frac{2\pi r}{T}$, può sostituirsi con un altro elemento il quale si muova in linea retta con velocità periodica data da $v = \frac{2\pi r}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$, dove r indica la distanza dell'elemento dal centro di rotazione.

Ne deduciamo che *nel telefono magnetico si sviluppano correnti indotte identiche a quelle che si sviluppano nelle dinamo.*

Perciò *il telefono magnetico può considerarsi come una dinamo in cui l'energia delle onde sonore è consumata per far muovere il campo magnetico della calamita, mentre rimangono fermi l'indotto (rocchetto) e l'induttore (parte materiale della calamita).*

Quindi tutti i principî e le teorie che si applicano nello studio delle dinamo si possono estendere ai telefoni magnetici.

Calcolo dell'intensità della corrente indotta che si sviluppa in un telefono magnetico. — Dalla relazione [3'], sostituendo a $\sqrt{K}$ il suo valore, si ricava: $x = r \cos \frac{2\pi}{T} t$.

Questa equazione indica che le particelle della lamina vibrante, per effetto delle onde sonore, si spostano dalla loro posizione di equilibrio fino alla distanza r, per $t = 0$; indi ritornano indietro e si spostano dalla stessa posizione fino alla distanza $-r$, per $t = \frac{T}{2}$; e così di seguito.

La relazione $v = \frac{2\pi r}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$ indica che le stesse particelle hanno velocità 0 per $t = 0$ e per $t = \frac{T}{2}$, e velocità massima, ma di segno contrario, rispettivamente per $t = \frac{T}{4}$ e $t = \frac{3}{4} T$, cioè tutte le volte che esse passano per la posizione di equilibrio.

Ne consegue che le correnti indotte elementari, sviluppate in dipendenza del moto vibratorio delle molecole della lamina nel campo magnetico della calamita, hanno intensità zero in corrispondenza dei valori di x rispettivamente uguali ad r e $-r$, e intensità massima, ma di segno contrario alternativamente per i valori di $x = 0$.

È facile dedurre che, se nello spostamento delle molecole da $x = r$ ad $x = -r$ le molecole stesse si allontanano dal polo della calamita, le correnti elementari sono *dirette*; mentre nel caso contrario sono *inverse* (1).

Riassumendo: l'intensità della corrente indotta, da un valore zero dato da $t = 0$ passa per un valore massimo dato da $t = \frac{T}{4}$, indi ritorna a zero per $t = \frac{T}{2}$.

Dopo cambia direzione, e da zero, per $t = \frac{T}{2}$, assume un valore massimo negativo per $t = \frac{3T}{4}$; indi decresce fino a raggiungere un valore zero per $t = T$.

Ciò premesso vediamo di calcolare l'intensità della corrente indotta che si sviluppa nel circuito del rocchetto del telefono.

Sia R il raggio della lamina vibrante, l la sua grossezza e d la sua distanza $C\,O$ fra il centro O di scuotimento delle onde sonore e il centro C della faccia $A\,B$ della lamina (fig. 3ª).

Se r_1 è il massimo spostamento che può subire la molecola situata in C, ed r_2 quello che può subire la molecola situata in D, ponendo $C\,D = y$, le quantità r_1 ed r_2, per quanto si è visto precedentemente, saranno legate dalla relazione:

$$r_2 = r_1 \frac{d^2}{d^2 + y^2} \text{ in cui } r_2 \text{ ha la direzione } O\,D.$$

(1) Una diminuzione del numero delle linee di forza che passano attraverso un circuito produce una corrente *diretta*, mentre un aumento delle linee di forza produce una corrente in direzione opposta alla precedente, cioè *inversa*.

Ora noi potremo supporre questo spostamento r_2 come risultante da due spostamenti, $r \cos \alpha$ ed $r \operatorname{sen} \alpha$, rispettivamente normale e parallelo ad $A\,B$.

Consideriamo due molecole situate sulla circonferenza di raggio y, e diametralmente opposte; è facile verificare che le componenti degli spostamenti parallele ad $A\,B$ sono uguali e di segno contrario.

Osservando che le linee di forza del campo magnetico possono considerarsi simmetricamente distribuite rispetto al centro O della superficie $A\,B$, se ne deduce che gli effetti di queste componenti sono sincronicamente eguali e di segno contrario, per cui si elidono.

Per il calcolo che segue, occorre quindi tener conto solamente delle componenti normali degli spostamenti.

Essendo $\cos \alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}}$, supporremo in generale che la molecola situata in D sia soggetta ad uno spostamento *utile* dato da

$$r = r_1 \frac{d^2}{d^2 + y^2} \frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} = r_1 \left(\frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} \right)^3 \qquad [7]$$

come si è ricavato dalla formola [6].

Se si sostituisce nella formula [5] ad r il valore dato dalla [7] si ricava:

$$v = \frac{2\pi}{T} r_1 \frac{d^2}{d^2 + y^2} \frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t .$$

L'intensità i della corrente elementare alla fine del tempo t può indicarsi con la relazione:

$$i = \beta \frac{2\pi}{T} r_1 \left(\frac{d}{\sqrt{d^2 + y^2}} \right)^3 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$$

dove β è un coefficiente dipendente essenzialmente dall'intensità del campo magnetico inducente e dalla resistenza del circuito percorso dalla corrente indotta.

Per tutte le molecole situate sulla circonferenza del raggio y si ha:

$$i_y = \beta \frac{2\pi}{T} r_1 \, 2\pi \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \, d^3 \frac{y}{(d^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}} .$$

E per tutte le molecole situate sulla superficie $A\,B$

$$I_1 = \beta \frac{2\pi}{T} r_1 \, 2\pi \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \, d^3 \int_0^R \frac{y\,dy}{(d^2+y^2)^{\frac{2}{3}}}.$$

Integrando e riducendo:

$$I_1 = \beta \frac{2\pi}{T} r_1 \, 2\pi \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \, d^3 \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{\sqrt{d^2+R^2}} \right).$$

Il prodotto $r_1 d^2$ è una costante dipendente dall'energia delle onde sonore, e dalla natura e grossezza della lamina vibrante, sicchè può farsi uguale a C. L'equazione precedente può quindi ridursi alla forma seguente:

$$I_1 = \beta\, C \frac{4\pi^2}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2+R^2}} \right).$$

Se si considerano tutte le particelle della lamina di grossezza l, l'intensità della corrente sarà data da:

$$I = \beta\, C\, l \frac{4\pi^2}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2+R^2}} \right). \qquad [8]$$

La formola [8] è stata ricavata partendo dal concetto che la particella D, spostata dalla sua posizione di equilibrio, per effetto delle onde sonore, trasmette integralmente il suo spostamento normale a tutte le altre particelle situate sulla direzione di tale spostamento. Questa supposizione può farsi ammettendo la lamina costituita di materia elastica ed isotropa.

Sembrerebbe potersi dedurre che l'intensità della corrente è direttamente proporzionale alla grossezza della lamina vibrante.

È da osservarsi però che, aumentando l, aumenta la forza elastica della lamina, e quindi diminuisce il valore di r_1 dovuto ad un suono di data intensità. Perciò la costante $C = r_1 d^2$ è funzione inversa di l ed assume un determinato valore per una data lamina.

Il massimo di I in funzione di l si ottiene quando nella formula [8] il prodotto delle due variabili c ed l assume un valore massimo.

La formula [8] indica che I è massimo per $R = \infty$; cioè *nel telefono trasmettitore si aumenta l'intensità della corrente indotta aumentando il raggio della lamina vibrante.*

$$\text{Per } R = \infty, \; I = \beta\, C\, l \frac{4\pi^2}{T} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t.$$

In un periodo la corrente assume il valore massimo positivo per $t = \frac{T}{4}$, e il valore massimo negativo per $t = \frac{3T}{4}$. Sostituendo nella [8] questi due valori si ricava:

$$I_m = \pm \beta\, C\, l \frac{4\pi^2}{T}\left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right)$$

e quindi la [8] può prendere la forma:

$$I = I_m \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t. \qquad [9]$$

Per avere la quantità di elettricità sviluppata in $^1/_4$ di periodo basta fare:

$$Q = \beta\, C\, l \frac{4\pi^2}{T}\left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right) \int_0^{\frac{T}{4}} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t \,.\, dt.$$

Integrando si ricava:

$$Q = \beta\, C\, l\, 2\pi \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right).$$

Ne consegue che, durante un'intera vibrazione, si sviluppa nel telefono trasmettitore una quantità di elettricità positiva data dalla relazione:

$Q_1 = \beta\, C\, l\, 4\pi \left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right)$, e una quantità di elettricità negativa data da:

$$Q_2 = -\beta\, C\, l\, 4\pi \left(1 + \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right).$$

Essendo r_1 una quantità piccolissima, per cui $C = r_1\, d^2$ è anche una quantità piccolissima, se ne deduce che il valore di Q è una quantità dello stesso ordine di r_1.

Questa considerazione serve a spiegare perchè ogni lieve fenomeno di induzione nel circuito perturba sensibilmente la legge di variazione dell'intensità della corrente.

***

b) **Telefono ricevitore**. — Allorchè per effetto del suono prodotto in vicinanza del telefono trasmettitore si sviluppa una corrente ondulatoria nel conduttore del rocchetto dello stesso telefono, per le disposizioni indicate in principio del presente studio, tale corrente percorre anche il filo del rocchetto del telefono ricevitore.

Il nucleo di ferro dolce di quest' ultimo rocchetto, indipendentemente dall'influenza che suscita il campo della calamita permanente, si comporta come il nucleo di un'elettrocalamita soggetta all'azione di correnti alternate.

Perciò, al passaggio della corrente diretta, in dipendenza dell' avvolgimento del filo del rocchetto sul nucleo stesso, la forza magnetica di detto nucleo, o viene aumentata o viene diminuita. Il fatto perfettamente opposto succede al passaggio della corrente inversa.

Al rafforzamento della forza magnetica corrisponde una maggiore attrazione, e quindi una deformazione della lamina vibrante; alla diminuzione della forza magnetica corrisponde, per reazione delle forze elastiche sviluppate durante la deformazione della lamina, uno spostamento di questa in senso inverso.

In altri termini, nella lamina del telefono ricevitore, per effetto delle variazioni del campo magnetico del nucleo del corrispondente rocchetto, si manifesta una vibrazione per ogni vibrazione della lamina del telefono trasmettitore.

In generale si ritiene che la trasmissione della parola a distanza ha luogo per effetto delle vibrazioni della lamina del telefono ricevitore, le quali sono comunicate all' aria circostante e da questa all'orecchio.

Ricerche più recenti inducono a credere invece che per effetto delle variazioni dell' intensità magnetica del nucleo di ferro dolce sopra citato, le particelle di questo vibrano e comunicano un movimento ondulatorio all'aria circostante.

A mio modo di vedere gli effetti sopra indicati, i quali d'altronde fanno vibrare l'aria sincronicamente, sono concomitanti nella produzione del fenomeno della trasmissione della parola a distanza.

Infatti non può escludersi l'influenza delle vibrazioni del nucleo di ferro dolce, imperocchè:

1° Si può ricevere con telefoni non aventi lamina vibrante.

2° L'introduzione della lamina vibrante serve a rafforzare il suono.

3° Se il movimento vibratorio all'aria fosse comunicato esclusivamente dalla lamina, l'intensità del suono riprodotto dovrebbe aumentare col fare più grande la superficie della lamina stessa, giacchè per effetto dell'attrazione si avrebbero maggiori deformazioni, e quindi maggiori sarebbero le ampiezze delle sue vibrazioni. L'esperienza insegna invece che i telefoni ricevitori sono tanto più perfetti quanto sono più piccoli.

4° Non si spiegherebbe il fenomeno della *musica galvanica* (1).

La lamina del telefono ricevitore trovandosi nel campo della calamita di detto telefono rimane influenzata e quindi risente gli effetti della variazione dell'intensità di magnetizzazione dei nuclei dei rocchetti; come vibrano le particelle dei nuclei per la magnetizzazione e smagnetizzazione

(1) Il fisico americano Page nel 1837 scoprì che se le correnti elettriche, le quali percorrono un'elettro-calamita, sono stabilite e interrotte più di 16 volte in un minuto secondo, in vicinanza del nucleo dello elettro-calamita si sente un suono. Questo fenomeno che il Page chiamò *musica galvanica* si spiega ammettendo che l'aria circostante a detto nucleo sia messa in vibrazione dalla sbarra di ferro la quale si deforma ogni qual volta riceve o perde la calamitazione.

Il Joule trovò che una sbarra di ferro cresce di $\frac{1}{720000}$ della sua lunghezza se si magnetizza al massimo grado.

Il prof. Righi scoprì che un pezzo di ferro soggetto alla calamitazione presenta variazioni nella sua lunghezza, ma il suo volume non cambia. Questo fatto si spiega ammettendo che gli allungamenti o raccorciamenti longitudinali siano compensati da movimenti opposti nel senso trasversale

dovuta alle variazioni dell'intensità e direzione della corrente, così vibrano anche le particelle della lamina.

Sembra quindi che la riproduzione del suono debba ritenersi piuttosto conseguenza delle vibrazioni molecolari della massa della lamina, anzicchè conseguenza delle deformazioni della lamina stessa per la maggiore o minore attrazione che sopra di essa esercitano i nuclei dei rocchetti.

Questa considerazione, e il fatto che l'intensità di magnetizzazione per influenza e la propagazione del suono seguono la legge dell'inversa dei quadrati della distanza, spiegano il perchè i telefoni ricevitori piccoli sono molto sensibili, giacchè oltre un certo limite di distanza fra le particelle della lamina e i poli dei rocchetti, le particelle stesse non risentendo gli effetti della variazione dell'intensità magnetica dei nuclei, non influiscono sulla riproduzione del suono.

Ciò premesso, valendoci delle formule ricavate in precedenza, dedurremo le leggi di vibrazione della lamina del telefono ricevitore, e l'influenza di esse sul fenomeno della trasmissione dei suoni.

Dalla formula [8] si è ricavato che un massimo dell'intensità della corrente sviluppata dal telefono trasmettitore si ha per $t = \frac{T}{4}$.

Supponiamo di avere due telefoni magnetici inseriti, come indica la fig. 5ª, nello stesso circuito.

Allorchè la lamina vibrante del telefono trasmettitore $A\ C\ D$, per effetto delle onde sonore, che per semplicità di ragionamento supporremo d'intensità ed altezza costante, si avvicina al nucleo del rocchetto A, si sviluppa in questo rocchetto una corrente inversa, la quale ha per effetto di diminuire l'intensità magnetica del nucleo B. Nell'istante in cui la lamina $C\ D$ ha subita la massima deformazione, evidentemente l'intensità di tale corrente sarà nulla, e quindi la lamina $E\ F$ si troverà nella sua posizione normale.

Contando le vibrazioni della lamina del telefono trasmettitore a partire da questo istante, si avrà che dopo passato il tempo $\frac{T}{4}$ ($^1/_4$ di periodo), la $C\ D$ sarà tornata alla sua

posizione di partenza. Durante questo tempo, nel circuito si sarà sviluppata una corrente diretta che avrà rafforzato il campo magnetico del nucleo B, per cui la lamina $E\,F$ sarà stata attratta.

La massima attrazione della $E\,F$ corrisponde alla massima intensità della corrente diretta, cioè a $t = \frac{T}{4}$, ossia all'istante in cui la lamina $C\,D$ si troverà a passare per la sua posizione normale.

Durante il tempo in cui la $C\,D$ avrà assunta la massima deformazione in senso opposto alla precedente, cioè da $\frac{T}{4}$ a $\frac{T}{2}$, l'intensità della corrente, sempre diretta, andrà decrescendo fino a raggiungere il valor zero. La $E\,F$, nello stesso tempo, sarà passata dalla massima deformazione dovuta all'attrazione, alla sua posizione normale.

La $C\,D$, da $\frac{T}{2}$ a $\frac{3\,T}{4}$, ritorna alla sua posizione di equilibrio; in questo quarto di periodo nel circuito si svilupperà una corrente inversa crescente che diminuirà gradatamente l'intensità di magnetizzazione del nucleo B: la $E\,F$ seguiterà a spostarsi allontanandosi da B, e il massimo spostamento corrisponderà al massimo d'intensità della corrente inversa, cioè a $\frac{3\,T}{4}$, e quindi all'istante in cui la $C\,D$ ripassa per la sua posizione di equilibrio.

Da $\frac{3\,T}{4}$ a T la $C\,D$ si avvicinerà con velocità decrescente al nucleo del rocchetto A, per cui l'intensità della corrente inversa andrà gradatamente diminuendo fino a diventare zero per $t = T$.

Allora l'intensità del campo magnetico in B aumenterà fino a raggiungere, alla fine del tempo T, il suo valore dovuto esclusivamente all'influenza della calamita permanente. In questo istante la $E\,F$ si troverà nella sua posizione normale.

Da quanto precede si deduce che *le due lamine* C D *ed* E F *vibrano con una differenza di fase eguale ad* $\frac{1}{4}$ *del periodo di una vibrazione.*

Ritenendo come positive le inflessioni delle lamine verso il rispettivo nucleo di ferro, e negative quelle in senso opposto, le vibrazioni delle lamine dei due telefoni possono rappresentarsi col diagramma indicato dalla fig. 6ª in cui le ascisse rappresentano i tempi e le ordinate le deformazioni subite dalle dette lamine.

Correnti sviluppate dal telefono ricevitore. — La lamina del telefono ricevitore trovasi anch'essa nel campo magnetico di una calamita. Evidentemente ad ogni sua deformazione corrisponderà una modificazione nella distribuzione delle linee di forza di detto campo, e quindi uno sviluppo di correnti, pure alternate, lungo il circuito.

Essendo i due telefoni nelle identiche condizioni, può dirsi che l'intensità della corrente sviluppata dal telefono ricevitore è data da una espressione della stessa forma della [9], e cioè;

$$I' = I'_m \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t_1,$$

dove t_1 per quanto si è detto circa lo spostamento di fase delle vibrazioni della lamina del telefono ricevitore per rispetto a quelle della lamina del telefono trasmettitore, è uguale a $t + \frac{T}{4}$.

Sostituendo nella relazione precedente:

$$I' = I'_m \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T}\left(t + \frac{T}{4}\right)$$

ossia:

$$I' = I'_m \cos \frac{2\pi}{T} t. \qquad [10]$$

c) **Correnti sviluppate nel circuito durante la trasmissione telefonica.** — Le considerazioni svolte in precedenza ci consentono di ammettere che durante la trasmissione con telefoni magnetici il circuito è percorso da due correnti; una sviluppata dal telefono trasmettitore, la cui legge di variazione d'intensità è data dalla formula [9]; l'altra sviluppata dal telefono ricevitore, la cui legge di variazione di intensità è data dalla formula [10].

Quindi la corrente che percorre il circuito avrà per intensità:

$$\Phi = I_m \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t + I'_m \cos \frac{2\pi}{T} t \qquad [11]$$

Cioè: *la corrente che percorre il circuito è la corrente risultante da due correnti polifasi il cui spostamento è* $^1/_4$ *di periodo.*

Dalla [11] si può ricavare il valore di t che rende massimo o minimo Φ. Infatti, differenziando la [11] rispetto a t ed uguagliando a zero, si ha:

$$I_m \cos \frac{2\pi}{T} t - I'_m \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t = 0$$

da cui:

$$t = \frac{T}{2\pi} \operatorname{arco\,tang} \frac{I_m}{I'_m} \qquad [11']$$

Ponendo $\operatorname{arco\,tang} \frac{I_m}{I'_m} = \gamma$, oppure $\operatorname{arco\,tang} \frac{I_m}{I'_m} = \gamma + \pi$

le due soluzioni dell'equazione [11'] sono:

$$t' = \frac{T}{2\pi} \gamma, \text{ e } t'' = \frac{T}{2\pi} \gamma + \frac{T}{2}.$$

Sostituendo successivamente questi due valori nella [11] si ha:

$$\left.\begin{aligned} \Phi' &= I_m \operatorname{sen} \gamma + I'_m \cos \gamma \\ \Phi'' &= -(I_m \operatorname{sen} \gamma + I'_m \cos \gamma) \end{aligned}\right\} [12]$$

Queste formule dànno per un periodo, rispettivamente il massimo positivo e il massimo negativo dell'intensità della corrente che percorre il circuito.

Facendo la differenza fra t'' e t' si ha $\frac{T}{2}$.

Dalla stessa relazione [11] per $\Phi = 0$ si ricava:

$$\text{tang}\ \frac{2\pi}{T} t = -\frac{I'_m}{I_m}. \qquad [12']$$

Ora questa equazione è soddisfatta ponendo:

$$\text{arco tang}\ \frac{I'_m}{I_m} = \gamma_1 = \pi - \frac{2\pi}{T} t,$$

oppure:

$$\text{arco tang}\ \frac{I'_m}{I_m} = \gamma_2 = 2\pi - \frac{2\pi}{T} t;$$

dove γ_1 e γ_2 rappresentano gli archi di circolo che soddisfano alla relazione:

$$\text{arco tang}\ \frac{I'_m}{I_m} = \gamma.$$

La [12'] perciò sarà soddisfatta dai due seguenti valori di t:

$$t_1 = \frac{T}{2} + \frac{T}{2\pi}\gamma$$

$$t_2 = T + \frac{T}{2\pi}\gamma$$

che indicano gl'istanti in cui la corrente, d'intensità variabile Φ, durante un periodo assume il valore zero.

Anche la differenza fra t_2 e t_1 è uguale a $\frac{T}{2}$.

Ne deduciamo che *nella trasmissione telefonica il circuito della linea è percorso da una corrente alternata di periodo* T, *risultante da due correnti alternate polifasi pure di periodo* T *e spostate di* $\frac{T}{4}$.

Il diagramma indicato dalla figura 7ª rappresenta la legge di variazione dell'intensità di tale corrente.

La distanza alla quale si può trasmettere un suono dipende evidentemente dai valori di Φ dati dalla [12]. Essendo tali valori funzioni di I_m e I'_m, e supposto I_m determinato dalla costituzione del telefono trasmettitore e dalla resistenza totale del circuito, se ne deduce che entro certi limiti anche la costituzione del telefono ricevitore influisce sulla distanza e sulla chiarezza della trasmissione telefonica.

Questa considerazione vale a dare una ragione dei buoni risultati che si ottengono nelle trasmissioni telefoniche impiegando per ricevitori i telefoni Ader (1).

Nei telefoni magnetici, sia trasmettitori che ricevitori, generalmente più in uso, sono utilizzati i due poli della calamita, e sono applicati diversi rocchetti.

Tali disposizioni, che nella loro attuazione pratica hanno per effetto di rendere più sensibili i telefoni, sotto un concetto teorico possono considerarsi come espedienti atti ad aumentare l'intensità delle correnti indotte sviluppate nelle trasmissioni telefoniche.

Lo stesso dicasi per quanto si riferisce ai ripieghi adottati per ridurre al minimo gli effetti delle correnti parassite, che in conseguenza della trasformazione dell'energia meccanica in energia elettrica, si sviluppano nei nuclei dei rocchetti.

Riassumendo, tutte le modificazioni e tutti i perfezionamenti apportati ai telefoni magnetici possono considerarsi come ap-

(1) I telefoni tipo Ader differiscono dai telefoni tipo Bell essenzialmente per avere la lamina vibrante interposta fra il rocchetto e una massa di ferro dolce ordinariamente di forma anulare

Questa massa di ferro ha per effetto di *condensare* le linee di forza della calamita in prossimità di detto rocchetto. Così, quando la lamina vibra, si ha un maggior numero di linee di forza tagliate dalle spire del rocchetto, e quindi una maggiore intensità nella corrente sviluppata dal telefono ricevitore.

Aggiungiamo inoltre che anche tale massa, essendo posta nel campo della calamita, risente gli effetti della variazione dell'intensità magnetica, e quindi con le sue vibrazioni molecolari, dovute a dette variazioni, concorre alla riproduzione del suono.

plicazioni dei principî teorici di elettrotecnica diretti a rendere massimo il valore di Φ dato dalle relazioni [12].

E tali principî non differiscono nella sostanza da quelli applicati per aumentare il rendimento delle dinamo.

II.

IL MICROFONO.

Nella prima parte del presente studio si è dimostrato che coi telefoni magnetici il fenomeno della trasmissione dei suoni a distanza è dovuto alle correnti ondulatorie le quali, sviluppandosi nel telefono trasmettitore, modificano la intensità di magnetizzazione del nucleo di ferro dolce del *telefono ricevitore*.

Lo stesso effetto di variazione dell'intensità di magnetizzazione si può ottenere facendo variare l'intensità della corrente sviluppata da una pila, e facendo percorrere a questa corrente, d'intensità variabile, un circuito in cui sia inserito un telefono magnetico.

Se n è il numero delle vibrazioni che caratterizzano un dato suono, questo può riprodursi a distanza con un telefono, facendo variare nel tempo stesso in cui si compiono le n vibrazioni, n volte l'intensità della corrente sviluppata dalla pila.

Siccome l'intensità della corrente è inversamente proporzionale alla resistenza totale del circuito, così ne consegue che si può riprodurre un dato suono a distanza inserendo nel circuito di una pila un telefono magnetico e un *congegno* che valga a modificare, in un determinato tempo t, tante volte la resistenza del circuito suindicato quante sono le vibrazioni che nello stesso tempo compiono le molecole del corpo che produce il suono.

A questo principio sono informati il *trasmettitore a carbone di* Edison e *il microfono di* Hugues.

Le due invenzioni ora indicate si basano sopra un fenomeno fisico scoperto nel 1856 dal Du Moncel.

Questo fisico, nello studio degli interruttori elettrici, ha servato che se il circuito di una pila si chiude mediante due pezzi di carbone a contatto, oppure mediante una parte metallica e un pezzo di carbone, pure a contatto fra loro, l'intensità della corrente che sviluppa la pila aumenta coll'aumentare della pressione che si esercita sopra le due parti a contatto.

Questo fatto si spiega *ammettendo che la resistenza del circuito diminuisce coll'aumentare della pressione sul contatto, ed aumenta nel caso contrario.*

Edison dopo poco tempo dalla scoperta del telefono Bell ha applicato questo principio alla trasmissione dei suoni a distanza adottando le seguenti disposizioni: (1)

Nel circuito di una pila P (fig. 8ª) ha disposto un telefono magnetico T, ed un trasmettitore costituito: da un disco di carbone AA, incastrato in un sopporto metallico BB; da un disco di platino CC, sormontato da un bottone D; e da una lamina vibrante a contatto col bottone. I reofori della pila sono stati posti in comunicazione, l'uno col sopporto, e l'altro col carbone.

Per le vibrazioni della lamina varia la pressione fra i due dischi e anche quella fra carbone e sopporto. Ne deriva una modificazione nella resistenza del circuito e quindi una variazione nell'intensità della corrente.

Ad ogni vibrazione della lamina corrisponde una variazione nell'intensità della corrente, e quindi una modificazione dell'intensità di magnetizzazione del nucleo del rocchetto del telefono; da ciò consegue la riproduzione del suono.

Hugues, pur applicando il principio del Du Moncel, ha

---

(1) Le disposizioni qui indicate rappresentano il trasmettitore a carbone Edison perfezionato. Altre disposizioni ha adottato Edison nei primordi della sua invenzione, che qui rò non ritiene necessario di riportare, avendo esse un valore esclusivamente storico per quanto si riferisce ai particolari di costruzione di tale trasmettitore.

ideato un trasmettitore a carbone *basandosi sul contatto imperfetto* (1).

Un pezzo di carbone *C C* (fig. 9ª), avente le due estremità foggiate a punta, è tenuto sospeso da due sopporti *A A*, pure di carbone, collegati con i due poli di una pila *P*, nel circuito della quale trovasi inserito un telefono ricevitore *T*; il carbone, mediante il contatto delle sue estremità con i sopporti, chiude il circuito della pila.

Finchè il sistema rimane in equilibrio una corrente permanente e d'intensità costante percorre il circuito; ma se per effetto di un suono vibra il carbone, i punti di sospensione del carbone sui sopporti cambiano di posizione, e il contatto, variando, diviene una volta più intimo, un'altra volta meno intimo. Ne deriva che la resistenza del circuito diventa anch'essa variabile, e il circuito stesso è percorso da correnti più o meno intense.

È da notare che le vibrazioni del carbone si traducono in pressioni variabili sui contatti.

Si riproducono quindi con le stesse modalità i fenomeni che si sono esaminati per il trasmettitore a carbone.

Le leggi di variazione dell'intensità della corrente sono identiche per il trasmettitore Edison e per il microfono; *solamente la misura di tale variazione è diversa*, ciò essendo funzione delle modificazioni della resistenza del circuito, in dipendenza degli effetti che la variazione della pressione produce sui due differenti contatti.

L'esperienza ha dimostrato che, per uno stesso suono, la resistenza del circuito varia più sensibilmente nel microfono che nel trasmettitore a carbone, tanto che il primo può riprodurre un suono più forte di quello originario.

Questo *ingrandimento* dei suoni non devesi però considerare nel senso restrittivo di *riproduzione* dei suoni con maggiore intensità di quelli impiegati per far vibrare il microfono, giacchè allora si avrebbe creazione di energia.

---

(1) Si ha *contatto imperfetto* quando le superficie di contatto fra le parti variano di estensione e di posizione relativa con la pressione che si esercita sulle parti stesse.

Nel caso del microfono e del trasmettitore a carbone, il suono devesi invece considerare come il prodotto di una trasformazione dell'energia della pila in vibrazioni della lamina del telefono ricevitore.

Infatti, per le modificazioni della resistenza del circuito, l'energia della pila disponibile si trasforma da corrente di intensità costante in corrente d'intensità variabile; la variazione d'intensità della corrente si trasforma successivamente in vibrazioni della lamina del ricevitore. Le onde sonore che si producono in vicinanza del trasmettitore servono a determinare la *misura* di questa trasformazione. Col contatto imperfetto, cioè col microfono, questa misura è *più grande* di quanto si verifica quando s'impiega il trasmettitore a carbone.

La teoria del microfono può dedursi da quella del trasmettitore a carbone, qualora si tenga presente che, se una pressione P nel trasmettitore a carbone produce una variazione di resistenza ΔR, la stessa pressione nel microfono produce una variazione di resistenza $\Delta' R$ maggiore di ΔR.

Teoria del trasmettitore a carbone. — Siano: E la forza elettromotrice (costante) della pila, R ed I rispettivamente la resistenza variabile del circuito e l'intensità, pure variabile, della corrente sviluppata dalla pila.

Le vibrazioni della lamina dovute alle onde sonore, per quanto si è visto in precedenza, si compiono con una velocità v data dalla relazione:

$$v = \frac{2\pi}{T} r \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t .$$

Se si indica con r il massimo spostamento che il punto di contatto fra lamina e bottone può subire quando si avvicina al disco di carbone, adottando le solite notazioni ed osservando che $v = \frac{dx}{dt}$, si ricava:

$$x = \int_{-\frac{T}{4}}^{0} \frac{2\pi}{T} r \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t ,$$

e integrando:

$$x = -r \cos \frac{2\pi}{T} t . \qquad [1]$$

Evidentemente la pressione P, variabile, che la lamina vibrante trasmette al carbone per mezzo del disco di platino, è funzione dello spostamento x del punto di contatto fra lamina e bottone; la variazione della resistenza del circuito è funzione di P, si può quindi porre:

$$R = f(x)$$

ossia:

$$R = f\left(-r \cos \frac{2\pi}{T} t\right) .$$

Sviluppando questa funzione con la formola di Maclaurin e trascurando i termini aventi per fattori r^2, r^3 . . . . si ricava:

$$R = f(0) - r \cos \frac{2\pi}{T} t f'(0) . \qquad [2]$$

I valori di $f(0)$ e di $f'(0)$ si possono ricavare considerando due posizioni note della lamina vibrante.

Alla fine del tempo $t = 0$ la lamina avrà subito il massimo spostamento verso il carbone; alla fine del tempo $t = \frac{T}{2}$ la stessa lamina avrà subito il massimo spostamento in direzione opposta alla precedente.

Sostituendo nella [2] a t successivamente i valori 0 e $\frac{T}{2}$ si ricava:

$$R_0 = f(0) - r f'(0)$$

$$R_{\frac{T}{2}} = f(0) + r f'(0) .$$

Da questo sistema di equazioni si ricava:

$$f(0) = \frac{R_{\frac{T}{2}} + R_0}{2} ; \; f'(0) = \frac{R_{\frac{T}{2}} - R_0}{2r} .$$

Sostituendo nella [2] si ha:

$$R = \frac{R_{\frac{T}{2}} + R_0}{2} - \frac{R_{\frac{T}{2}} - R_0}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t. \qquad [3]$$

È facile rilevare che $R_{\frac{T}{2}}$ ed R_0 rappresentano rispettivamente la massima e la minima resistenza che durante una intera vibrazione di un dato suono presenta il circuito.

Osservando che $\frac{R_{\frac{T}{2}} + R_0}{2}$ è la resistenza media del circuito, che può ritenersi sensibilmente eguale alla resistenza R_1 del circuito quando la lamina è in equilibrio; ed $\frac{R_{\frac{T}{2}} - R_0}{2}$ è la semivariazione di resistenza che può indicarsi con $\frac{\Delta R}{2}$, la [3] può assumere la forma seguente:

$$R = R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t \qquad [3']$$

che ci dà la resistenza del circuito in un istante qualunque.

Per la legge di Ohm $I = \frac{E}{R}$, quindi per la [3']

$$I = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t} \qquad [4]$$

Il massimo di I si ha per il minimo di R. Siccome il coseno varia fra 1 e — 1, così si deduce:

$$I \text{ mass.} = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2}} \quad ; \quad I \text{ min.} = \frac{E}{R_1 + \frac{\Delta R}{2}}$$

I due valori I mass. e I min. si ottengono rispettivamente per i valori di t uguali a 0 e $\frac{T}{2}$.

La variazione dell'intensità della corrente durante una

intera vibrazione sarà data da $\Delta I = I$ mass. $- I$ min., cioè:

$$\Delta I = E \left(\frac{1}{R_1 - \frac{\Delta R}{2}} - \frac{1}{R_1 + \frac{\Delta R}{2}} \right)$$

e riducendo:

$$\Delta I = E \frac{2 \Delta R}{R_1^2 - \frac{\overline{\Delta R}^2}{4}}. \qquad [5]$$

Sicome ΔR è una quantità piccolissima, così nella [5] il termine $\frac{\overline{\Delta R}^2}{4}$ può trascurarsi quando R_1 è sufficientemente grande.

Allora ponendo $I_1 = \frac{E}{R_1}$ possiamo dire:

$$\Delta I = 2 I_1 \frac{\Delta R}{R_1}. \qquad [5']$$

Questa formola indica che *nel trasmettitore a carbone la variazione dell'intensità della corrente è inversamente proporzionale alla resistenza che presenta il circuito quando la lamina è in equilibrio.*

La variazione dell'intensità della corrente è destinata a produrre le variazioni d'intensità di magnetizzazione dei nuclei dei rocchetti del telefono ricevitore. Quindi se ne deduce che la sensibilità del trasmettitore a carbone diminuisce rapidamente coll'aumentare di R_1, cioè coll'aumentare *della lunghezza* del circuito della pila.

La variazione della quantità di elettricità che sviluppa la pila, per le variazioni della resistenza del circuito, si può calcolare nel modo seguente.

Si è trovato:

$$I = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}$$

per valore dell'intensità della corrente alla fine del tempo t.

La quantità Q di elettricità che sviluppa la pila durante il tempo da $t=0$ a $t=\frac{T}{2}$, cioè durante il passaggio dal minimo al massimo del valore della resistenza è data da:

$$Q=\int_0^{\frac{T}{2}} \frac{E\,dt}{R_1-\frac{\Delta R}{2}\cos\frac{2\pi}{T}t}$$

Per ricavare il valore di questo integrale, poniamo per brevità:

$$R_1=a \quad ; \quad \frac{\Delta R}{2}=b \quad ; \quad \frac{2\pi}{T}t=z;$$

allora saranno:

$$dt=\frac{T}{2\pi}dz \quad ; \quad z=0 \text{ per } t=0, \text{ e } z=\pi \text{ per } t=\frac{T}{2}.$$

Facendo le necessarie sostituzioni si ricava:

$$Q=\frac{ET}{2\pi}\int_0^{\pi}\frac{dz}{a-b\cos z}.$$

Facendo tang $\frac{z}{2}=x$ si ha:

$$x=0 \text{ per } z=0, \text{ e } x=\infty \text{ per } z=\pi.$$

Osservando inoltre che $dz=2\cos^2\frac{z}{2}dx$; che $\cos^2\frac{z}{2}=\frac{1+\cos z}{2}$, per cui $\cos z=\frac{1-x^2}{1+x^2}$, l'integrale precedente assume la forma:

$$Q=\frac{ET}{2\pi}\int_0^{\infty}\frac{2\,dx}{(a-b)+(a+b)x^2},$$

ossia:

$$Q=\frac{ET}{2\pi}\frac{2}{a+b}\int_0^{\infty}\frac{dx}{\frac{a-b}{a+b}+x^2}$$

Siccome:

$$\int \frac{d\,x}{\frac{a-b}{a+b}+x^2} = \text{arc. tang} \sqrt{\frac{a+b}{a-b}}\,x\,,$$

così si ricava:

$$Q = \frac{E\,T}{2}\,\frac{1}{\sqrt{a^2-b^2}}\,.$$

Sostituendo ad a e b i rispettivi valori si ha:

$$Q = E\,\frac{T}{2}\,\frac{1}{\sqrt{R_1^2-\left(\frac{\Delta\,R}{2}\right)^2}}\,.$$

Indicando con Q' la quantità di elettricità che svilupperebbe la pila da $t=0$ a $t=\frac{T}{2}$ nel caso in cui la resistenza del circuito mantenesse, durante questo tempo, costantemente il valore massimo $R_1+\frac{\Delta\,R}{2}$ che assume alla fine del tempo t uguale a $\frac{T}{2}$, si ha:

$$Q' = E\,\frac{T}{2}\,\frac{1}{R_1+\frac{\Delta\,R}{2}}\,.$$

Quindi la variazione della quantità di elettricità cercata è data dalla relazione:

$$Q-Q' = \Delta\,Q = E\,\frac{T}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{R_1^2-\left(\frac{\Delta\,R}{2}\right)^2}}-\frac{1}{R_1+\frac{\Delta\,R}{2}}\right)$$

Un'espressione analoga, ma con segno contrario si può ricavare calcolando la variazione della quantità di elettricità sviluppata dalla pila durante il tempo da $t=\frac{T}{2}$ a $t=T$.

Le formule finora ricavate indicano che la variazione dell'intensità della corrente è negativa da $t = 0$ a $t = \frac{T}{2}$ e positiva da $t = \frac{T}{2}$ a $t = T$.

Durante il primo mezzo periodo questa variazione può produrre nel nucleo del rocchetto del *telefono ricevitore*, in dipendenza dell'avvolgimento del filo, o aumento o diminuzione dell'intensità di magnetizzazione; il fatto opposto succede durante le variazioni positive dell'intensità della corrente.

Se ad aumenti dell'intensità della corrente corrispondono aumenti d'intensità di magnetizzazione, allora le due lamine del trasmettitore e del ricevitore vibrano sincronicamente senza spostamento di fase; nel caso contrario vibrano con uno spostamento di fase eguale a mezzo periodo.

Riferendoci alle considerazioni esposte nella prima parte, ed indicando con I_1 l'intensità massima della corrente sviluppata dal telefono ricevitore, possiamo dire, per la [4], che il circuito collegante il trasmettitore col ricevitore è percorso da una corrente la cui intensità nel 1° caso è:

$$I' = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t} + I_1 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t.$$

Nel secondo caso:

$$I'' = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t} - I_1 \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t.$$

La legge di variazione dell'intensità delle correnti che percorrono il circuito suindicato è rappresentata graficamente, per i due casi esaminati, dall'unico diagramma della figura 10ª.

Abbiamo visto come, inserendo nello stesso circuito trasmettitore e telefono, le variazioni dell'intensità della corrente diminuiscono rapidamente coll'aumentare della resi-

stenza del circuito, imperocchè il valore ΔI, dato dall'espressione

$$\Delta I = E \frac{2 \Delta R}{R_1^2 - \left(\frac{\Delta R}{2}\right)^2},$$

si può sensibilmente ritenere inversamente proporzionale al quadrato della resistenza del circuito.

Questo fatto nelle applicazioni pratiche si traduce in una sensibilissima limitazione della lunghezza della linea che collega le stazioni in corrispondenza.

Per ovviare a tale inconveniente si adotta un rocchetto d'induzione il cui filo primario faccia parte del circuito della pila e del trasmettitore, e il cui filo secondario faccia parte del circuito della linea e del telefono ricevitore (1).

Con questa disposizione il ricevitore opera sotto l'azione delle correnti indotte che si sviluppano nel filo secondario, in conseguenza delle variazioni che subisce l'intensità della corrente del filo primario.

L'influenza del rocchetto d'induzione può dedursi analiticamente nel modo seguente.

Se si indicano con I_1 ed R_1 rispettivamente l'intensità della corrente e la resistenza del circuito del filo primario, e con I_2 ed R_2 rispettivamente l'intensità della corrente e la resistenza del circuito del filo secondario, teoricamente, per la legge di conservazione dell'energia, si ha:

$$I_{1t}^2 R_{1t} = I_{2t}^2 R_2 \qquad [6]$$

in ogni istante in cui fra i due circuiti avvengono fenomeni d'induzione.

Alla fine del tempo t, l'intensità della corrente del filo primario ha il valore:

$$I_{1t} = \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}$$

(1) Ricordiamo che ad aumenti o diminuzioni d'intensità della corrente nel filo primario, corrispondono rispettivamente correnti inverse o dirette nel filo secondario.

Dall'istante in cui la lamina del trasmettitore trovavasi in equilibrio, alla fine del tempo t, essa ha quindi subito la variazione:

$$\Delta I_t = \frac{E}{R_1} - \frac{E}{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}$$

ossia:

$$\Delta I_t = \frac{E \cdot \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}{R_1 \left(R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t \right)} \qquad [7]$$

A questa variazione devesi attribuire l'induzione della corrente nel filo secondario.

Alla fine del tempo t, la resistenza del circuito in cui è inserito il filo primario ha il valore:

$$R_{1t} = R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t .$$

I valori di ΔI_t ed R_{1t} rappresentano, per il nostro caso, rispettivamente i valori di I_{1t} e R_{1t} della formula [6].

Osservando che R_2 è costante, e sostituendo in questa formula ad I_{1t} ed R_{1t} le espressioni ricavate, si ha:

$$\left(\frac{E \cdot \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T}}{R_1 \left(R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t \right)} \right)^2 \left(R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t \right) = I^2_{2t} R_2 .$$

da cui:

$$I_{2t} = \pm \frac{E \cdot \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}{R_1 \sqrt{R_2 \left(R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t \right)}}$$

Questa espressione indica che la corrente indotta che si sviluppa nel filo secondario è alternata; essa assume il valore zero per $t = \frac{T}{4}$ e $t = \frac{3T}{4}$, ed i valori *massimo posi-*

tivo, o *negativo* per $t = 0$ e massimo *negativo* o *positivo*, per $t = \frac{T}{2}$.

Siccome ad aumenti dell'intensità della corrente nel filo primario corrispondono correnti indotte inverse nel filo secondario, e a diminuzioni corrispondono correnti indotte dirette, così riferendoci alla formula [7] ne dedurremo che I_2, assume un valore massimo negativo per $t = o$, e massimo positivo per $t = \frac{T}{2}$.

Il diagramma della figura 11ª indica la legge di variazione della corrente nei due circuiti del rocchetto d'induzione (1).

Il valore di I_2 massimo è dato dalla relazione:

$$I_{2\,mass.} = \frac{E}{R_1} \frac{\Delta R}{2} \frac{1}{\sqrt{R_2\left(R_1 - \frac{\Delta R}{2}\right)}}$$

---

(1) Il circuito del filo secondario è inoltre percorso dalla corrente indotta sviluppata dal telefono ricevitore. Si hanno quindi in detto filo due correnti indotte alternate che dànno luogo ad una corrente il cui diagramma può costruirsi applicando una formula analoga alla [1], e avente la forma:

$$\Phi = \frac{E \,.\, \Delta R}{2\sqrt{R_1 R_2}} \frac{\cos \frac{2\pi}{T} t}{\sqrt{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}} \pm I'_{mass.} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{T} t$$

Al termine $I'_{mass.} \operatorname{sen} \frac{2\pi}{2} t$ si dà il segno $+$ nel caso in cui la corrente inversa dovuta all'induzione del filo primario sul secondario ha per effetto di aumentare l'intensità di magnetizzazione del nucleo del rocchetto del telefono ricevitore, cioè quando da $t = o$ a $t = \frac{T}{2}$ nel rocchetto del telefono ricevitore si sviluppa pure una corrente inversa. Si dà il segno $-$ nel caso contrario; è facile rilevare che allora tra le vibrazioni delle due lamine si ha uno spostamento di fase di $^1/_2$ periodo.

Ossia, essendo $\frac{E}{R_1} = I_1$ (*intensità media della corrente della pila*)

$$I_{2\,\text{mass.}} = I_1 \frac{\Delta R}{2} \frac{1}{\sqrt{R_2\left(R_1 - \frac{\Delta R}{2}\right)}};$$

e trascurando il termine $\frac{\Delta R}{2}$ sotto il radicale

$$I_{2\,\text{mass.}} = I_1 \frac{\Delta R}{2} \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2}}.$$

La corrente del circuito secondario essendo alternata, durante una vibrazione, una volta aumenta l'intensità di magnetizzazione del nucleo del rocchetto del telefono ricevitore, e una volta la diminuisce; il suo effetto quindi si può considerare come quello dovuto ad una corrente diretta la quale subisca una variazione d'intensità doppia di $I_{2\,\text{mass.}}$.

Diremo quindi che la variazione d'intensità della corrente del filo secondario è data da:

$$\Delta I_2 = I_1 \Delta R \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2}} \qquad [8]$$

Il seguente esempio numerico varrà a meglio mettere in evidenza l'influenza del rocchetto d'induzione nelle trasmissioni telefoniche.

Supponiamo che si abbiano un circuito della resistenza di 1000 ohm, e una pila della forza elettromotrice di 40 volt; la massima variazione della resistenza del trasmettitore per un dato suono sia di 1 ohm.

Applicando la formula [5'] si ricava:

$$\Delta I_1 = 2 \times \frac{40}{1000} \times \frac{1}{1000} \text{ amper}$$

ossia:

$$\Delta I_1 = \frac{8}{100\,000} \text{ amper.}$$

Supposto invece che la pila e il trasmettitore siano inseriti nel filo primario di un rocchetto il cui circuito totale presenti una resistenza di 40 ohm, e il telefono ricevitore sia inserito nel circuito della linea e del filo secondario, di resistenza totale ancora di 1000 ohm, applicando la formula [8] si ricava:

$$\Delta I_2 = \frac{40}{40} \frac{1}{\sqrt{1000 \times 40}} \text{ amper}$$

ossia:

$$\Delta I_2 = \frac{1}{200} \text{ amper.}$$

Quindi se con la variazione $\Delta I_1 = \frac{1}{100\,000}$ amper viene riprodotto il suono che ha provocato detta variazione, con determinata intensità, dalla relazione

$$\frac{8}{100\,000} = \frac{40}{40} \times 1 \times \frac{1}{\sqrt{40\, R_2}}$$

ricavandosi $R_2 = 3906{,}289$ ohm, si deduce che le onde sonore possono riprodursi colla stessa intensità facendo percorrere alla corrente indotta un circuito di resistenza 3906,289 volte maggiore di quella adottata nel caso in cui trasmettitore e telefono siano inseriti nello stesso circuito.

Osserviamo che se diminuisce la resistenza del circuito primario, la qual cosa in pratica entro certi limiti può farsi facilmente, aumenta sensibilmente il valore di ΔI_2.

Tutte le ricerche analitiche esposte finora possono estendersi al microfono, considerandolo come congegno meccanico delicatissimo in cui sono rese più sensibili le variazioni ΔR della resistenza del circuito.

Il valore della quantità Q_2 di elettricità che si sviluppa nel circuito del filo secondario da $t = 0$ a $t = \frac{T}{4}$ è dato

dalla relazione:

$$Q_2 = \int_0^{\frac{T}{4}} I_{2,} d t = \int_0^{\frac{T}{4}} \frac{E}{R_1} \frac{\Delta R}{2\sqrt{R_2}} \frac{\cos \frac{2\pi}{T} t \, d t}{\sqrt{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos \frac{2\pi}{T} t}} ;$$

ossia, ponendo $\frac{2\pi}{T} t = x$

$$Q_2 = \frac{T}{2\pi} \cdot \frac{E}{R_1} \cdot \frac{\Delta R}{2\sqrt{R_2}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos x \, d x}{\sqrt{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos x}} .$$

L'integrale da cui dipende il valore di Q_2 non si sa risolvere con i metodi ordinari, riducendosi esso ad un integrale *ellittico*.

Nel nostro caso si può ricavare il suo valore approssimato, tenendo presente che $\frac{\Delta R}{2}$ è una quantità piccolissima, per cui sono trascurabili i termini che hanno per fattori $\left(\frac{\Delta R}{2}\right)^2$, $\left(\frac{\Delta R}{2}\right)^3$, ecc.

Infatti: $$\frac{\cos x}{\sqrt{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos x}} = \cos x \left(R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos x\right)^{-\frac{1}{2}}$$

e sviluppando con la formula del binomio si ha:

$$\frac{\cos x}{\sqrt{R_1 - \frac{\Delta R}{2} \cos x}} = \cos x \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \cos x + \right.$$
$$\left. + \frac{3}{4} \frac{1}{\sqrt{R_1^5}} \left(\frac{\Delta R}{2}\right)^2 \cos^2 x \ldots\ldots \right)$$

Quindi per approssimazione:

$$Q_2 = \frac{T}{2\pi} \frac{E}{R_1} \frac{\Delta R}{2\sqrt{R_2}} \left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos x \, d x}{\sqrt{R_1}} - \right.$$
$$\left. - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \cos^2 x \, d x + \ldots\ldots \right)$$

Ma:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos x \, d x}{\sqrt{R_1}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} ;$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \cos^2 x \, d x = \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 x \, d x .$$

E siccome $\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2 x}{2}$ si ha:

$$\int \cos^2 x \, d x = \frac{1}{2} \int (1 + \cos 2 x) \, d x = \frac{x}{2} + \frac{1}{4} \operatorname{sen}^2 x .$$

Quindi:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \cos^2 x \, d x = \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \left(\frac{x}{2} + \frac{1}{4} \operatorname{sen} 2 x \right)_0^{\frac{\pi}{2}}$$

e sostituendo i limiti avremo:

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \cos^2 x \, d x = \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\Delta R}{2} \frac{\pi}{4} .$$

Potremo dire quindi che, per approssimazione,

$$Q_2 = \frac{T}{2\pi} \frac{E}{R_1} \frac{\Delta R}{2\sqrt{R_2}} \left(\frac{1}{\sqrt{R_1}} - \frac{1}{2\sqrt{R_1^3}} \frac{\pi}{4} \frac{\Delta R}{2} \right) ;$$

e riducendo:

$$Q_2 = \frac{T}{2\pi} \frac{I_1}{\sqrt{R_1 R_2}} \left(\frac{\Delta R}{2} - \left(\frac{\Delta R}{2} \right)^2 \frac{\pi}{8 R_1} \right) .$$

La quantità di elettricità che si sviluppa in un mezzo periodo è quindi:

$$Q'_2 = \frac{T}{\pi} \frac{I_1}{\sqrt{R_1 R_2}} \left(\frac{\Delta R}{2} - \left(\frac{\Delta R}{2} \right)^2 \frac{\pi}{8 R_1} \right) .$$

In tutte le ricerche che hanno formato oggetto del presente studio si è sempre supposto la lamina vibrante del trasmettitore soggetta all'azione vibratoria di un suono semplice d'intensità ed altezza costante.

Non per questo rimangono infirmate le ricerche stesse per quanto concerne la trasmissione della parola a distanza, se si tiene presente che la voce umana è la risultante di più suoni semplici che variano di numero, di altezza e d'intensità ad ogni minima inflessione.

Le teorie ricavate si applicano alle trasmissioni telefoniche, sia considerando la voce umana scomposta nei suoni componenti, in modo che ciascuno di questi operi sulla lamina vibrante come causa prima della produzione dei fenomeni di trasformazione dell'energia, indipendentemente dagli altri suoni, sia considerando la lamina vibrante sottoposta in ogni istante all'azione di un moto vibratorio risultante da più moti vibratori componenti.

Essendo il suono effetto di movimenti molecolari variabili, si può ad esso applicare in ogni istante tutto ciò che in meccanica riguarda la composizione e la scomposizione dei movimenti.

G. Saija Moleti
capitano del genio.

Fig. 8ª

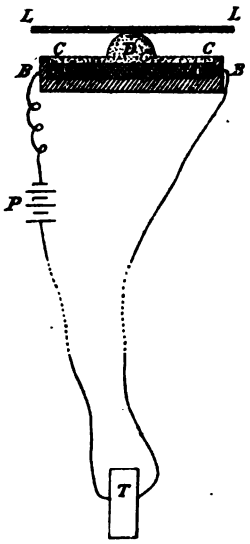


Fig. 9ª

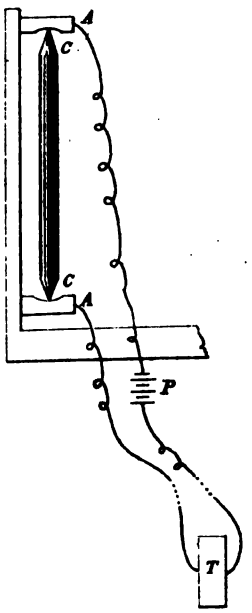


Fig. 10ª

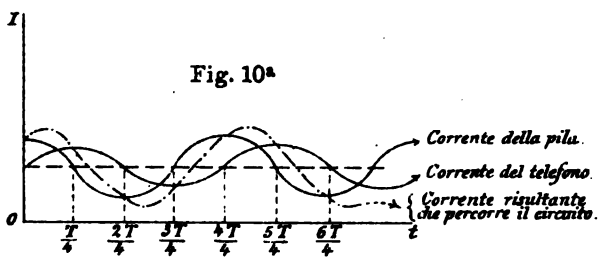
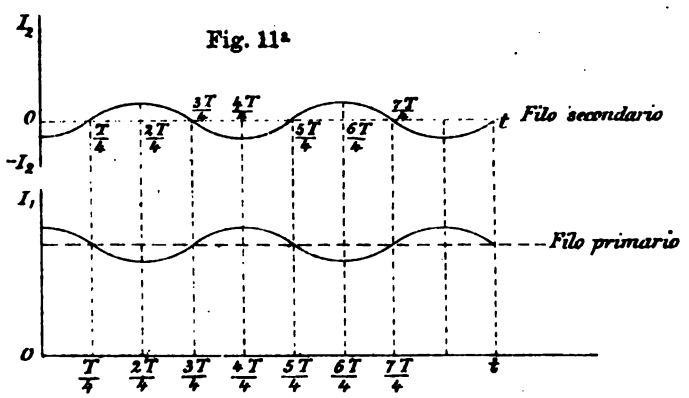


Fig. 11ª



UNIV. OF MICH.

TIRO CONTRO PALLONI FRENATI

L'argomento trattato da un egregio collega nella dispensa di marzo u. s., di questa *Rivista*, merita di essere mantenuto in viva discussione, perchè, coll'adozione degli areostati militari in quasi tutti gli eserciti e collo sviluppo sempre crescente preso dalla specialità aerostieri, si è presentato all'artiglieria un nuovo bersaglio da battere, un nuovo problema da risolvere. Sia lecito pertanto a me, che ebbi l'occasione di assistere a parecchi dei tiri che vennero fatti contro palloni nella scuola centrale di Nettuno, di portare il mio piccolo contributo di osservazioni fatte e di idee che ritengo utili allo scopo che si vuol raggiungere.

Mi saranno di aiuto, in questo studio che mi propongo, le idee svolte dall'egregio collega sopra citato, idee che in massima io condivido.

Prima però di entrare nella discussione delle varie questioni che si presentano sul tiro contro i palloni, stimo conveniente fare un breve paragone fra il pallone di circostanza che viene adoperato nei poligoni, e quello che fa parte del parco areostatico; e ciò perchè io sono convinto che, senza la conoscenza esatta delle differenze esistenti fra i bersagli che abbiamo nella scuola di tiro e quelli che avremo in guerra vera, è facile cadere in erronei apprezzamenti e venire a deduzioni non vere sulla difficoltà di questo tiro.

Enumeriamo queste differenze:

1° *Dimensioni del pallone.* — Il pallone di circostanza ha un diametro di 3 *m*, mentre quello regolamentare ha un diametro di 10 *m*. Da questo si può dedurre che, anche alle massime distanze a cui si potrà eseguire il tiro (a 7000 *m*

circa), il pallone regolamentare apparirà più grosso di quello che non comparisca il pallone di circostanza a 3000 *m*, distanza alla quale generalmente si eseguisce il tiro nei poligoni.

Ora questo fatto che il pallone, anche situato alle massime distanze di tiro, ci comparirà non come un punto, ciò che si verificherebbe per un pallone piccolo, ma come un disco avente una dimensione apparente di una certa entità, ci servirà (come diremo in seguito) per trovare un mezzo di rilevare l'entità dello spostamento del punto di scoppio dalla direzione del pallone.

Inoltre la lunghezza del diametro del pallone regolamentare, essendo piuttosto ragguardevole (almeno 10 *m*) e cognita (poichè è possibile procurarsi sin dal tempo di pace le dimensioni degli areostati dei vari Stati esteri), ci potrà fornire un utile dato per misurare la distanza con i metodi che si esporranno in seguito e con una certa approssimazione anche alle massime distanze.

2° *Forza ascensionale residua.* — Si intende con questa denominazione la risultante (ossia in questo caso la differenza) delle due forze che si possono supporre applicate al pallone, l'una costituita dalla forza ascensionale del pallone ed eguale (in forza del principio di Archimede applicato ai corpi immersi nell'atmosfera) al peso dell'aria spostata, l'altra costituita dal peso dell'areostato, del personale e degli accessori. Ora questa forza ascensionale residua nel pallone di circostanza è piccolissima, perchè il pallone è ripieno di gas illuminante; nel pallone regolamentare invece ha un valore piuttosto grande, perchè il pallone è pieno di gas idrogeno puro: (nei nostri palloni si ritiene di circa 60 *kg*).

In conseguenza si ha che, mentre i palloni di circostanza vanno soggetti a movimenti molto pronunziati a causa del vento, come avrà osservato chiunque abbia assistito a qualche tiro in giornate di forte vento, i palloni regolamentari hanno molto maggiore stabilità, il movimento oscillatorio a cui essi vanno soggetti è molto più lento. Del resto questa forza

ascensionale residua è necessaria per permettere all'areonauta di compiere con calma e sicurezza le sue osservazioni: è noto infatti che quando avvi molta oscillazione nel pallone, gli osservatori soffrono una specie di mal di mare; e che quando la velocità del vento è maggiore di 10 *m*, non si può effettuare l'ascensione senza inconvenienti.

Inoltre mentre il pallone di circostanza appena è colpito da qualche palletta comincia la sua discesa, perchè basta una piccola diminuzione di volume per annullare la piccola forza ascensionale residua che possiede, lo stesso non succederà certamente per il pallone regolamentare. Il pallone rimarrà sollevato in alto sino a che sia uscita una quantità di gas idrogeno v talmente grande da ridurre a zero la forza ascensionale residua. E poichè ogni m^3 di gas idrogeno che esce determina una diminuzione di forza ascensionale eguale a $d - d'$ (chiamando con d e d' la densità dell'aria e dell'idrogeno), avremo che $v = \frac{60}{d - d'} = \frac{60}{1,1} = 55\ m^3$ circa. Ora essendo la differenza di tensione fra il gas interno e l'aria atmosferica esterna piccolissima, e quindi molto piccola anche la velocità d'efflusso, si può prevedere che il pallone regolamentare colpito da poche pallette non inizierà subito la sua discesa, ma rimarrà ancora stazionario per un tempo piuttosto rilevante e più o meno lungo a seconda del numero dei fori che saranno praticati nell'involucro.

Anche le esperienze eseguite sul tiro contro i palloni tendono a dimostrare questo fatto. Nel già ricordato fascicolo della *Rivista d'artiglieria e genio* questa deduzione viene avvalorata colla citazione di molti articoli.

Sembra però che non tutti siano di questo parere; infatti nel volume IV della *Rivista d'artiglieria e genio* del 1893 è riprodotto uno studio del capitano austriaco Pucherna sul tiro contro i palloni, nel quale, dopo aver citato alcuni esperimenti, conclude a pag. 307 che « probabilmente basteranno per ottenere questo scopo (di far calare il pallone) da 3 a 4 fori, massime se questi si trovano sulla parte superiore del pallone ». E dico « sembra » perchè in realtà

il signor Pucherna, non avendo stabilito nel suo enunciato nessun limite di tempo per la caduta del pallone, non può essere accusato di aver detto cosa non giusta, essendo naturalissimo che un pallone, il cui involucro abbia un foro, debba necessariamente cadere dopo un lasso di tempo sufficientemente lungo. Ma, poichè qui si vuole la caduta del pallone allo scopo di impedire al nemico ulteriori osservazioni, è lecito supporre che anche il più volte nominato scrittore intendesse come *scopo* la caduta immediata del pallone.

Per parte mia non esito a schierarmi dalla parte di quelli che ritengono che il pallone colpito da poche pallette rimarrà sollevato ancora per un certo tempo; anzitutto perchè il ragionamento fatto sulla forza ascensionale residua di 60 *kg* dimostra che con pochi fori non si può ottenere la discesa immediata del pallone, secondariamente perchè gli esperimenti, su cui si basa il Pucherna per stabilire la sua ipotesi, non sono affatto concludenti. Ed infatti, nell'esperimento fatto a Sheerness (con un tiro fatto da fucilieri) viene detto che il pallone calò a terra dopo che fu forato in 120 punti; ma è naturale supporre che questi 120 fori non vennero fatti tutti nell'istesso istante, ma successivamente; e quindi, quando si spararono gli ultimi colpi di fucile che decisero della caduta del pallone, già molto gas era uscito per i fori fatti dalle scariche precedenti. Non basta quindi in questo caso conoscere il numero dei fori, ma occorre sapere anche il tempo decorso dalla 1ª scarica allo inizio della discesa. Negli altri esperimenti citati, quelli cioè di Usti-Ischora, di Kummersdorf e di Lydd, si ottennero non solamente dei fori, ma casualmente anche degli strappi prodotti da grosse scheggie, ed a queste scheggie naturalmente è dovuta la discesa.

Quanto poi all'asserzione dello stesso Pucherna, che i palloni usati avessero una grande forza ascensionale residua, maggiore di quella che si avrà in guerra vera, non posso che rispondere « gratis asseritur, gratis negatur ». Ed invero effettivamente si dovrebbe supporre che si aveva una

grande forza ascensionale, qualora fosse accertato che si era riempito il pallone di gas idrogeno puro; ma, visto il costo non indifferente del gas idrogeno, e visto che d'altra parte per poter fare il tiro bastava che il pallone potesse mantenersi all'altezza stabilita, e quindi non importava avere molta o poca forza ascensionale residua, pare più probabile che i palloni usati in quell'esperienza fossero stati riempiti di gas idrogeno bicarburato (gas illuminante), il cui costo è molto minore, oppure di una miscela di idrogeno e aria. Ed io sono condotto a queste conclusioni anche per un'altra considerazione, che cioè, essendo i cavi di ritegno degli areostati ridotti a dimensioni minime allo scopo di non aumentare inutilmente il peso delle varie parti, se effettivamente il gas adoperato fosse stato idrogeno puro, l'aumento abbastanza rilevante di forza ascensionale residua avrebbe prodotto una eccessiva tensione nella fune di ritegno e quindi probabilmente ne avrebbe determinato la rottura. Come dimostrazione di questo basta vedere quello che succederebbe nel nostro areostato regolamentare, messo nelle condizioni in cui il Pucherna suppone fossero i palloni esperimentati. Il diametro minimo della fune essendo 12 *mm*, il carico di sicurezza sarà $= {}^1/_4\, \pi\, d^2 = 113$ *kg*. In conseguenza la fune è sufficientemente resistente nelle ordinarie condizioni di ascensioni, perchè la forza ascensionale si calcola di 60 *kg*. Ma, se si suppone che il pallone si sollevi in alto senza osservatori e senza la navicella e tutti gli attrezzi in essa contenuti, la forza ascensionale viene aumentata del peso corrispondente, cioè di circa 200 *kg*, e la fune trovasi sottoposta ad una tensione di circa 260 *kg*, oltrepassando in tal modo il doppio del carico di sicurezza con manifesta probabilità di rottura.

Rimangono in tal modo confutate tutte le ragioni che il signor Pucherna adotta per venire alla conclusione, che bastino pochi fori per produrre la caduta di un pallone: ed è giusto ritenere che il pallone colpito dalle pallette di uno shrapnèl non inizierà la sua discesa se non dopo un certo tempo.

3° *Fune di ritegno.* — Per il pallone di circostanza è costituita da una funicella di 6 *mm*, il cui peso totale per una lunghezza di 500 *m* è circa di 18 *kg*. Nel pallone regolamentare la fune di ritegno è foggiata a tronco di cono colla base minore in basso; i diametri delle sezioni sono rispettivamente di 16 *mm* e 12 *mm*: il peso totale per una lunghezza di 500 *m* è di 100 *kg*.

La fune di ritegno esercita una influenza abbastanza grande sulla discesa dell'areostato: essa funziona quasi da freno. Infatti noi sappiamo che, poco prima che s'inizi il movimento di discesa del pallone, la forza ascensionale residua è nulla, (cioè la forza ascensionale del pallone è eguale al peso dell'areostato e degli accessori), e che la discesa si effettua appunto perchè, continuando ad effluire il gas, la forza ascensionale residua da positiva diventa negativa. Ora se non esistesse la fune di ritegno, rimanendo costante il peso da sostenere, e diminuendo invece sempre più la forza ascensionale, (a causa del continuo efflusso di gas), il movimento di discesa appena iniziato si compierebbe molto celeremente, perchè la forza che spinge in basso l'areostato andrebbe sempre crescendo.

Effettivamente però durante la discesa una parte della fune di ritegno si adagia sul terreno e quindi, se da una parte abbiamo una diminuzione nella forza ascensionale a causa della sfuggita del gas, dall'altra abbiamo una diminuzione nel peso che l'areostato deve sostenere; ragione per cui il movimento di discesa avviene lentamente, e tanto più lentamente quanto maggiore è il peso di 1 *m* della fune di ritegno stessa.

Per fissare le idee supponiamo che il pallone sia giunto da 500 *m* di altezza a 300 *m*, avremo che la diminuzione di peso sofferta dal pallone sarà di circa 36 *kg* (peso di 200 *m* di fune di ritegno a cominciare dalla base minore del tronco di cono); e che per giungere in quella posizione la forza ascensionale che aveva all'inizio della discesa avrà dovuto subire una diminuzione di 36 *kg*, cioè durante quella discesa avrà dovuto perdere una quantità di

$$\text{gas} = v = \frac{36}{d-d'} = \frac{36}{1,1} = \text{circa } 33\ m^3.$$

E poichè, sempre nella supposizione che il pallone sia colpito da poche pallette, si richiederà un certo tempo per l'efflusso di un tal volume di gas, si può dedurre che il moto di discesa di un areostato in queste circostanze sarà sempre molto lento.

Gli esperimenti fatti nei poligoni ci conducono anche a questa conclusione, e nel volume I della *Rivista* del 1890, a pag. 460 è riportata l'asserzione dell'ufficiale del genio spagnuolo M. De Rodà che « in varie esperienze si è veduto che alcuni areostati, sebbene perforati da proietti, hanno impiegato nel discendere parecchi minuti; la discesa cioè non è stata tanto rapida quanto si sarebbe creduto ».

4° Il pallone regolamentare è trasportato e trattenuto da un carro-manovra, il quale porta un verricello a vapore per regolare sia l'ascesa, che la discesa del pallone. In conseguenza l'areostato potrà essere soggetto a movimento di traslazione in vario senso trainando il carro-manovra, od anche a movimento alternativo di ascesa e discesa per la azione del verricello. E si dovrà ammettere che il nemico si servirà di entrambi questi movimenti per rendere il tiro il più che potrà difficile.

Ora nelle esercitazioni che si fanno ai poligoni in generale il pallone non si assoggetta a tutti i movimenti volontari considerati, per la difficoltà che si incontra nel mettere il personale incaricato della manovra al coperto dei tiri. Viceversa poi, negli apprezzamenti individuali delle difficoltà maggiori che si incontreranno nel tiro in guerra vera, paragonato con quello al poligono (a causa dei varî movimenti che può assumere il pallone), si tende ad esagerare, perchè si attribuiscono all'areostato stesso velocità di movimento troppo esagerate. È bene quindi che si specifichino le velocità di movimento che può assumere il pallone. Sappiamo che l'ascensione a 500 *m* del pallone si compie in 5 minuti, e che per la discesa invece si richiedono circa 10 minuti; quindi possiamo ritenere che la velocità massima di ascesa del pallone è di 1,70 *m*, quella di discesa di 0,85 *m*. al secondo.

Inoltre i movimenti del carro-manovra sulle strade col pallone sollevato debbono effettuarsi al passo, perchè in caso contrario l'areonauta non potrebbe compiere le sue osservazioni; quindi si può ritenere che la massima velocità assunta dal pallone nel senso laterale è di circa 1,70 *m*. Possiamo quindi conchiudere che l'areostato contro il quale si dovrà eseguire il tiro potrà avere movimenti volontarî in vario senso, ma sempre con velocità non superiori a 1,70 *m*.

Specie di tiro da usarsi contro i palloni.

Grandi discussioni vi furono per lo passato per risolvere questa questione. Fra le molte opinioni che vennero espresse avvi anche quella snl tiro fatto da fucileria, ed a questo proposito non bisogna passare sotto silenzio alcune idee del capitano Dufaux, riportate nel volume I della *Rivista d'artiglieria e genio* del 1890.

Nell'articolo del sig. M. De Roda, ufficiale del genio spagnuolo, è detto: « Recentemente il capitano Dufaux ha pubblicato uno studio sul tiro di fucileria contro gli areostati, secondo il quale, sempre quando l'areostato si trovi ad una distanza compresa nei limiti del tiro efficace, il tiro contro i palloni frenati riuscirebbe più facile che il tiro ordinario, perchè, a cagione della *maggior radenza della traiettoria* sulla visuale diretta al pallone, non è nesessario di apprezzare tanto esattamente la distanza, come nel caso del tiro contro bersaglio posto su terreno orizzontale ».

Ora parmi che questo studio del capitano Dufaux conduca a delle conclusioni molto strane, perchè in tutti i trattati di balistica si tende a dimostrare che la traiettoria di un proietto tanto maggiormente si incurva, quanto maggiore è l'angolo di proiezione a parità di carica.

A meno che il sig. Dufaux non supponga che i palloni si trovino sempre in posizione più bassa dei fucilieri incaricati di colpirlo, nel quale unico caso si verifica realmente ciò che desidera il sig. Dufaux, che cioè la traiettoria è più

radente che nel tiro ordinario contro bersaglio posto su terreno orizzontale.

Ho voluto citare questa idea del tiro di fucileria contro i palloni più a titolo di cronaca che per bisogno di confutarla, perchè oramai è radicata la convinzione generale che questo compito di eseguire il tiro contro i palloni spetterà esclusivamente all'artiglieria, possedendo essa sola la proprietà di colpire alle distanze sempre rilevanti, a cui i palloni faranno le loro ascensioni, e quello di avere nello scoppio dei proietti un controllo sicuro dell'efficacia del tiro.

Ed ora passiamo al tiro dell'artiglieria. Riguardo alla specie di proietti da adoperarsi, parmi superflua qualunque discussione per dimostrare che la granata deve assolutamente essere proscritta per questo genere di tiro, perchè manca assolutamente con essa il mezzo di giudicare il risultato del colpo, ed oltre a questo, anche a tiro rettificato, poche sono le probabilità di colpire. Il proietto più acconcio sarà quindi lo shrapnel. Ma se lo shrapnel attuale soddisfa bene ad alcune esigenze speciali di questo tiro, non ci dà però dei risultati troppo pratici in guerra vera.

Nel capitolo precedente si è visto infatti che, sia dal ragionamento che dalle convinzioni dei più, risulta che un pallone regolamentare colpito da poche pallette di uno shrapnel rimane immobile ancora per un po' di tempo, poi comincia la sua discesa e scende lentamente, dando quindi agio all'areonauta di continuare le sue osservazioni sino a che egli conserva un certo dominio sul terreno circostante, dominio che si può ritenere di circa 200 *m*.

Ammesso dunque che poche pallette non bastino per ottenere lo scopo che si vuole raggiungere nel tiro contro il pallone, e d'altra parte non essendo cosa ragionevole il fare calcolo sullo strappo prodotto casualmente da qualche scheggia, pare che l'unico modo di ottenere un tiro efficace sia quello di supplire all'esiguità dei fori coll'aumentarne considerevolmente il numero, facendo scoppiare in poco intervallo di tempo molti proietti vicini al pallone. E ciò sarebbe cosa facile, qualora si potesse con sicurezza stabilire quando

l'involucro è stato colpito, e da quale colpo. Ma non avendo in pratica alcun mezzo per avere con certezza questi dati, succederà molto probabilmente che, dopo di aver colpito effettivamente il pallone, il comandante la batteria, vedendo che la discesa non è ancora incominciata (giusto quanto si disse poco sopra), dubiti di avere gli scoppi troppo lontani dal bersaglio e quindi varî di alquanto i dati di tiro. Similmente in seguito avverrà che, vedendo che il pallone incomincia la discesa, nella supposizione che questa sia stata determinata dai nuovi dati di tiro, il comandante la batteria sarà erroneamente indotto a fare successive scariche sul pallone nella speranza di annientarlo, non ottenendo in realtà alcun effetto. Non rimane quindi altro mezzo che quello di procurare di aumentare l'effetto prodotto da ciascun proietto. E io credo che ciò si possa facilmente ottenere qualora, invece di adoperare shrapnels caricati con pallette sciolte, si impieghino shrapnels caricati con pallette due a due collegate con una piccola e robusta catenella di circa 10 *cm* di lunghezza.

Avvenuto lo scoppio dello shrapnel, le pallette delle varie coppie nel primo istante tendono a percorrere ciascuna una propria traiettoria, e quindi ad aumentare la reciproca distanza sino a che ciò viene permesso dalla catenella; in seguito percorrono la loro traiettoria tenendo tesa la catenella stessa, e formando con essa quasi un coltello che incontrando l'involucro produrrà un taglio di lunghezza almeno eguale a quella della catenella. In tal modo, quantunque l'involucro sia colpito da poche coppie di pallette, perderà in pochi secondi tanta quantità di gas da determinare tosto una vertiginosa discesa, con grande danno del materiale e con pericolo della vita per parte del personale che è nella navicella.

Possiamo fare un confronto approssimativo dell'effetto di uno shrapnel da 12, caricato regolarmente con pallette sciolte, con quello dello stesso calibro, caricato con pallette accoppiate. E perciò suppongo che quest'ultimo (a cagione dello spazio occupato dalla catenella) contenga solamente $^2/_3$ del

numero di pallette contenute nello shrapnel regolamentare, e che la lunghezza della catenella sia di 10 *cm* (1). Ciò equivale naturalmente a supporre che se un areostato è colpito da n pallette, lanciate da uno shrapnel regolamentare, sarà colpito da $n \times \frac{3}{4}$ pallette, ossia da $\frac{3n}{8}$ coppie di pallette lanciate da uno shrapnel modificato, che scoppi nelle stesse condizioni del primo.

Ora nel primo caso abbiamo che la superficie totale di efflusso del gas è eguale a

$$A = 2\,n \times \frac{\pi\, d^2}{4} = 2\,n \times \frac{\pi\,(14{,}5)^2}{4} = 2\,n \times 165 = 330\,n \;\; mm^2.$$

Nel secondo caso, supponendo che ogni taglio la cui forma iniziale è quella segnata nella fig. 1ª colla linea punteggiata $A\,B$ di lunghezza $100 + 14{,}5 \times 2 = 129$ *mm*, prenda (a causa della tensione a cui è soggetta la stoffa) la forma segnata in figura con una linea piena, avremo che la superficie totale di efflusso del gas è eguale a

$$A' = 2 \times \frac{3\,n}{8} \times 2 \times \text{area } A'CB'D'A'.$$

La figura $A'CB'D'A'$ si può molto approssimativamente ritenere un segmento sferico, e quindi si avrà

$$A' = 2 \times \frac{3\,n}{8} \times 2 \times 2550 = 3800\,n \;\; mm^2 \text{ circa.}$$

E poichè $\frac{A'}{A} = \frac{3800}{330} = 12$, ne viene di naturale conseguenza che l'effetto, che si otterrebbe con uno shrapnel caricato da coppie di pallette, vale 12 volte quello prodotto da uno shrapnel regolamentare. E si noti che noi abbiamo supposto che gli squarci, praticati dalle varie coppie di pal-

(1) Si è calcolato che nello shrapnel trovino posto i $^3/_4$ del numero regolamentare delle pallette nella considerazione che una parte della catenella occuperà gli interstizi naturalmente esistenti fra palletta e palletta e attualmente riempiti di colofonia.

..., siano tutti eguali e delle dimensioni minime. Ma se noi badiamo che, quando una coppia di pallette *m n* (fig. 2ª) colpisce lateralmente il pallone in modo che una palletta entri nell'involucro in *m'* e l'altra rimanga fuori in *n'*, produce un taglio *A C B* molto più lungo di quello minimo da noi considerato, potremo conchiudere che l'effetto prodotto da uno shrapnel modificato è almeno 15 volte maggiore.

Non è chi non veda l'utilità che da una tale modificazione deriverebbe. Infatti, oltre all'effetto immediato della pronta discesa del pallone, si ottiene anche dei guasti molto più rilevanti nel pallone, e tali da renderlo anche talvolta fuori uso. Oltre a ciò si ottiene che il personale stesso sarà molto più impressionato, sapendosi esposto a cadere vertiginosamente da un'altezza di 500 *m*. Quanto alla catenella che si dovrebbe impiegare, deve soddisfare alle condizioni di essere mediocremente robusta e relativamente poco voluminosa.

Non mi nascondo che questa mia proposta incontrerà molti contradditori, i quali troveranno poco conveniente l'adozione di un proietto speciale per un caso abbastanza raro, qual'è il tiro contro i palloni.

Ma anzitutto, se è vero che per il passato il tiro contro i palloni è stato un tiro poco usato, è anche vero che ciò avvenne perchè mancavano i palloni per spararvi contro; mentre col largo impiego che si conta di fare di questo nuovo mezzo di osservazione nelle guerre future, dobbiamo supporre che spesso l'artiglieria sarà chiamata a disimpegnare questo compito.

Secondariamente non è detto che uno shrapnel modificato nel modo sopradetto debba esclusivamente impiegarsi contro i palloni, perchè anche in qualunque altra specie di tiro si potrà usare promiscuamente e l'una e l'altra specie di shrapnel. ottenendo press'a poco gli stessi effetti.

Parmi quindi che nessun inconveniente possa derivare dall'adozione di uno shrapnel, che nei casi ordinarî ci dà quasi lo stesso effetto di quello regolamentare, e nei casi speciali di tiro contro i palloni raggiunge in modo così completo lo scopo che si vuole ottenere.

Altezza e intervallo di scoppio convenienti pel tiro a shrapnel.

Le altezze ed intervalli normali di scoppio contenuti nelle attuali tavole di tiro vennero calcolati in modo, da ottenere sul bersaglio in media una palletta per ogni 67 *cm* lineari nel senso laterale per lo shrapnel da 12, una palletta per ogni metro lineare per lo shrapnel da 9. Ed è specificato *nel senso laterale*, perchè nel senso del tiro questa distanza da palletta a palletta varierà in ragione inversa dell'angolo di caduta. Nel caso nostro particolare (in cui il bersaglio ha una forma sferica) si potrà dire che coll'intervallo e coll'altezza di scoppio regolamentare si avranno sul bersaglio tante pallette, quanti quadrati di lato eguale alla dimensione sopra citata sono compresi in un circolo massimo della sfera costituente il pallone.

Ora nei casi ordinarî di tiro a shrapnel è cosa naturale che si sia partiti da quel concetto, di limitare lo spazio battuto di uno shrapnel in modo di avere le pallette distanti l'una dall'altra di quella certa quantità, perchè tale è la distanza a cui stanno fra di loro gli individui di un reparto di truppa. Ma trattandosi di un bersaglio costituito da un areostato, il quale ha sempre dimensioni molto rilevanti (almeno 10 *m* di diametro), possiamo staccarci da questa regola: aumentare cioè gli intervalli di scoppio allo scopo di avere maggiore probabilità di colpire. Non bisogna però dimenticare che, coll'aumentare l'intervallo di scoppio, diminuisce il numero delle pallette che colpiscono l'involucro; quindi nel determinare l'intervallo di scoppio più conveniente si dovrà badare allo scopo ultimo del tiro, che è quello di ottenere un complesso di squarci tali, che permettano una sfuggita di gas sufficiente per provocare la caduta del pallone.

Cogli attuali shrapnels regolamentari abbiamo che, quando lo scoppio avviene ad intervalli e ad altezze normali, si ha

sul bersaglio un numero di pallette eguale a

$$\frac{70}{0{,}45} = 155 \text{ per lo shrapnel da } 12$$

$$\frac{70}{1} = 70 \quad » \quad » \quad \text{da } 9,$$

e quindi le superficie di efflusso prodotte risultano

$$A = 2 \times 155 \times \frac{\pi\, d^2}{4} = 0{,}05\ m^2 \text{ nel } 1^\circ \text{ caso}$$

$$A_1 = 0{,}0186\ m^2 \qquad \text{nel } 2^\circ \text{ caso.}$$

Non è quindi conveniente aumentare l'intervallo di scoppio di questi shrapnels, perchè l'effetto che essi producono è già troppo piccolo specialmente per lo shrapnel da 9.

Ma se venisse adottato lo shrapnel modificato, il quale produce una superficie d'efflusso molto grande, 12 volte quella dello shrapnel regolamentare, e precisamente uguale a

$$A' = 12 \times 0{,}05 = 0{,}60 \text{ se si tratta di shrapnel da } 12$$

$$A'_1 = 12 \times 0{,}0186 = 0{,}22 \quad » \quad » \quad \text{da } 9$$

si potrebbe aumentare notevolmente l'intervallo di scoppio per avere maggior probabilità di colpire, pur ottenendo ancora una superficie di efflusso sufficiente per raggiungere lo scopo. E questo è un altro vantaggio non piccolo che dobbiamo aggiungere a quelli enumerati nel precedente capitolo, e che deriverebbe dall'adozione di uno shrapnel caricato a pallette accoppiate.

Vediamo ora come variano le superficie di efflusso prodotte dallo scoppio di uno shrapnel, e lo spazio battuto in relazione all'intervallo di scoppio. Supponiamo sia S il punto che corrisponde all'altezza ed intervallo normale di scoppio. Sappiamo che quando lo shrapnel scoppia nel punto S (fig. 3ª) lo spazio battuto è un cerchio di raggio $A\,P = 10\,m$ ed eguale quindi a $S = \pi \times \overline{10}^2 = 100\,\pi$, e la superficie di efflusso è eguale a:

0,60 per lo shrapnel da 12
0,22 » da 9.

Supponiamo ora che lo shrapnel scoppi in un alro punto S' della congiungente SA. Condotte la $S'Q$ e $S'Q'$ parallele alle SP e SP', avremo manifestamente che lo spazio battuto è rappresentato dal cerchio di raggio AQ, e poichè tirate le due verticali SV e $S'V'$ sino ad incontrare la orizzontale AV', dalla figura manifestamente risulta che

$$AQ : AP :: AS' : AS :: AV' : AV$$

e quindi $$AQ = AP \times \frac{AV'}{AV} = 10 \times \frac{AV'}{AV},$$

lo spazio battuto sarà eguale a

$$S' = \pi \times \left(10 \times \frac{AV'}{AV}\right)^2 = 100\pi \times \frac{\overline{AV'}^2}{\overline{AV}^2} = S \times \frac{\overline{AV'}^2}{\overline{AV}^2},$$

dalla quale risulta: $$S' : S :: \overline{AV'}^2 : \overline{AV}^2$$

cioè gli spazi battuti stanno in ragione dei quadrati degli intervalli di scoppio.

Quanto alle superficie di efflusso A' e A_1' prodotte nell'involucro, è manifesto che si potrà stabilire la proporzione

$$A' : A :: S : S' :: \overline{AV}^2 : \overline{AV'}^2$$

e similmente $A_1' : A_1 :: \overline{AV}^2 : \overline{AV'}^2$ cioè le superficie di efflusso stanno tra loro in ragione inversa dei quadrati degli intervalli di scoppio.

In conclusione, aumentando l'intervallo di scoppio, si ottiene il vantaggio di aumentare lo spazio battuto e l'inconveniente di diminuire la superficie di efflusso prodotta. E poichè nel caso dello shrapnel modificato la superficie di efflusso è esuberatamente grande, si potrà impunemente aumentare l'intervallo di scoppio. Ma aumentando di troppo l'intervallo normale si corre pericolo di cadere in un altro inconveniente, quello cioè che le pallette, giunte all'involucro, non conservino più la forza viva necessaria per produrre il voluto squarcio; essendo evidente che le pallette accoppiate mediante la catenella offriranno una maggiore superficie alla resistenza dell'aria, e quindi andranno soggette a diminuzioni più celeri nella loro velocità.

In pratica ritengo che sia sufficiente un intervallo di scoppio doppio dell'intervallo normale, ed in questa supposizione avremo che

$$S' = \pi \times 400 = 1256\ m^2,$$

$$A_1 = \frac{0,60}{4} = 0,15 \text{ per lo shrapnel da } 12,$$

$$A_1' = \frac{0,22}{4} = 0,055 \text{ per lo shrapnel da } 9.$$

Tutti questi calcoli numerici sono basati sulla supposizione che le pallette accoppiate vengano proiettate in modo che risultino uniformemente distribuite nel cono di azione dello shrapnel.

Nel caso pratico invece succederà che qualche catenella risulterà unita ad un'altra; e quindi mentre in qualche punto vi sarà abbondanza di pallette accoppiate e conseguentemente uno squarcio più rilevante, in altri punti vicini non si avrà alcuna palletta. Se si osserva però che l'areostato costituisce un bersaglio molto grande, non si può non ammettere che qualunque sia il moto assunto dalle pallette accoppiate, un areostato il quale si trovi nello spazio battuto, sarà sempre colpito da un numero sufficiente di coppie di pallette. Del resto non sarebbe difficile fare delle preventive esperienze sparando contro un semplice telone, la cui stoffa offrisse la stessa resistenza dell'involucro del pallone regolamentare. Tali esperienze, qualora fossero eseguite, servirebbero non solo a dare una idea del modo in genere di comportarsi delle pallette accoppiate, ma anche della grandezza e forma degli squarci prodotti, e dell'intervallo di scoppio massimo, oltre il quale la forza viva conservata dalle pallette non è sufficiente a produrre lo squarcio voluto.

Solo facendo tali esperimenti si potrà decidere se l'adozione di questo nuovo proietto sia realmente vantaggiosa per lo scopo che si vuol raggiungere, oppure se convenga contentarsi del limitato effetto prodotto dall'attuale shrapnel.

Metodi per misurare la distanza.

Per poter incominciare il tiro occorre conoscere approssimativamente la distanza a cui trovasi il bersaglio; e quindi si deve o misurarla con appositi strumenti, oppure giudicarla a vista.

Trattandosi però di un bersaglio costituito da un areostato, lo stimare a vista la distanza presenta grandi difficoltà. Ed infatti non si può basare l'osservazione sul diverso modo di apparire alle diverse distanze delle parti minute del bersaglio stesso, perchè questo, trovandosi a distanze sempre piuttosto rilevanti, si presenta sotto la semplice apparenza di un cerchio oscuro costituito dall'involucro, sovrapposto ad un punto nero costituito dalla navicella. Nè l'osservazione si può basare sul confronto fatto con altri punti dei quali sia nota la distanza, perchè il bersaglio apparisce come un oggetto isolato nell'atmosfera, e proiettantesi o sull'azzurro del cielo o su qualche lontana catena di monti, e perchè d'altra parte non sarà possibile nella generalità dei casi distinguere il punto del terreno dal quale il pallone è sollevato, dovendo essere principal cura del nemico quella appunto di riparare gli uomini ed il materiale rimasti a terra.

Non rimarrà quindi all'osservatore che il solo criterio dell'impicciolimento apparente del bersaglio, criterio che è insufficiente, sia perchè le distanze sono molto rilevanti, sia perchè per ottenere risultati alquanto soddisfacenti, si richiederebbero molte esercitazioni, che non è possibile fare per motivi troppo facili ad immaginarsi.

Del resto chi ha assistito al tiro fatto nei poligoni contro i palloni di circostanza, ha potuto praticamente rilevare quanto fossero erronei i giudizî, che si emettevano sulla distanza del bersaglio, e quanto facilmente si commettessero errori di ben 1000 e più *m* su una distanza reale di soli 3000 *m*, errori quindi di circa la terza parte della distanza.

Dimostrata in tal modo la difficoltà di stimare la distanza a vista di un areostato, è naturale che si debba cercare il modo di misurarla. Tengo per altro subito a dichiarare:

1° che anche un metodo il quale di primo acchito sembri poco esatto, dovrà essere bene accetto, sia perchè una mediocre approssimazione rappresenta pur sempre qualche vantaggio, quando colla semplice stima a vista si commettono gli errori grossolani sopra accennati; sia per la difficoltà intrinseca della misura stessa a causa della mobilità del bersaglio;

2° che ritengo la misura della distanza con metodi poco speditivi debba farsi solamente quando non faccia difetto il tempo, o meglio, poichè in questa specialità di tiro non si avrà mai esuberanza di tempo, solamente quando questa operazione non produca ritardo nell'apertura del fuoco; poichè in caso contrario sarà più conveniente sparare un colpo alla distanza stimata grossolanamente a vista, e poi col metodo che verrà in seguito indicato calcolare di quanto il colpo è lungo o corto.

Ho voluto prima di parlare dei varî metodi di misura della distanza fare queste due dichiarazioni, per premunirmi contro le varie obbiezioni che certamente farà il lettore, per quanto sia benigno, contro i metodi proposti, sia per la poca esattezza dei medesimi, sia per il tempo richiesto dall'operazione materiale della misura e dell'applicazione di qualche formola quantunque semplice.

In conclusione sono metodi questi che si propongono, dei quali si può sempre fare a meno, ma ciascuno dei quali può in casi speciali tornare utile.

1° Metodo. — Quando si è provvisti di cannocchiale di assedio munito di micrometro basta collimare al pallone, osservare il numero m di divisioni del micrometro intercettate dall'immagine del cerchio che rappresenta l'involucro del pallone, e dividere per questo numero la lunghezza $A\,B$ del diametro del pallone.

Il quoziente che si ottiene ci darà il valore X della distanza espressa in *km*, avremo cioè:

$$X = \frac{A\,B}{m}$$

Questo metodo venne largamente usato durante la recente scuola centrale di tiro di Bracciano, e diede dei risultati abbastanza soddisfacenti, per la speditezza con cui si poteva misurare la distanza.

Bisogna però aggiungere subito che l'esattezza data da questo strumento non è molto grande.

Ed infatti noi possiamo avere un'idea dell'errore che si può commettere alle diverse distanze con tale metodo di misura, supponendo che $A\,B = 10$ *m* come nei palloni regolamentari, e che coll'attuale micrometro si possa apprezzare abbastanza distintamente la quarta parte dello spazio compreso tra due fili consecutivi.

Ecco i valori di questo errore, calcolati per le varie distanze di 1000 in 1000 *m*:

Distanze	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000
Errore	25	100	225	400	625	900	1225

Dall'esame di questa tabella risulta che l'errore che si può commettere col cannocchiale a micrometro sulla misura di una distanza di 4000 o più metri è abbastanza rilevante.

2° Metodo. — Misura delle distanze col telemetro Gauthier. — È noto che volendo misurare la distanza di un bersaglio P dal punto A (fig. 4ª) si deve prima fare stazione nel punto A, e, avendo precedentemente messo l'armilla ad ∞, far collimare il punto P con un punto S situato presso a poco in direzione normale alla linea $P\,A$ muovendo il bottone degli specchi; in seguito, facendo stazione nel punto B, situato sull'allineamento $S\,A$ ad una distanza da A compresa fra $^1/_{30}$ e $^1/_{50}$ di $P\,A$ stimato a vista, fare collimare nuovamente P con S muovendo l'armilla. E ciò vale nei casi ordinarî in cui si tratta di un bersaglio fermo;

perchè occorre che esso nei due istanti successivi, in cui avvengono le due collimazioni, abbia la stessa posizione.

Se però nel caso di bersaglio mobile si ha cura nello istante preciso in cui si ha la prima collimazione di fissare con due palline o con altro mezzo l'allineamento BP, il telemetrista potrà in seguito dalla stazione B fare la seconda collimazione sulla BP, collimando invece che sul bersaglio (che dalla posizione P sarà passato alla posizione P') sulle due palline p_1 e p_2, ed ottenere così lo stesso risultato che si avrebbe collimando direttamente al punto P.

Ora questo allineamento BP io credo che in pratica si possa facilmente tracciare, collocando un pezzo sull'allineamento BP, stabilendo che il puntatore segua il bersaglio sino ad un segnale convenuto, e facendo quindi piantare due palline sull'allineamento determinato dalla linea di mira.

3° ***Metodo.*** — *Con due alzi applicati a due pezzi* (fig. 5°). — Servendoci di due alzi applicati a due pezzi della batteria, dirigiamo contemporaneamente due visuali AM e BN tangenti al piano equatoriale dell'involucro, in modo che il punto di incontro sia situato al di là del pallone nel punto Q, e prendiamo nota dei due scostamenti OS_1 e $O'S_1'$ che ne risultano. In seguito, tenendo fermi i pezzi e muovendo solamente i regoli orizzontali, dirigiamo altre due visuali egualmente tangenti all'involucro nella sua nuova posizione P' ma in modo che il punto di incontro sia situato al di qua del pallone nel punto Q', e similmente prendiamo nota dei due nuovi scostamenti ottenuti OS_2 e $O'S_2'$.

Rappresentiamo coi punti A e B i mirini dei due pezzi, e colle rette OS_1 e $O'S_1'$ i due regoli orizzontali degli alzi. O e O' siano i punti dei regoli corrispondenti alle freccie dei due alzi. Conduciamo dal punto B una parallela alla AO sino ad incontrare la $O'S_1'$ nel punto O_1' e chiamiamo con m la quantità $O'O_1'$. Dai punti A e M conduciamo le AS_1'', MM'' parallele alla visuale NB, e dal punto B la BA' parallela alla OS_1, ossia alla $O'S_1$ (poichè l'angolo $O'BO_1'$ è sempre piccolissimo).

Dai due triangoli simili $MA'M''$ e AS_1S_1'' avremo:

$$A'M : AS_1 :: A'M'' : S_1S_1''.$$

Ora noi possiamo con molta approssimazione ritenere:

$A'M = X$ distanza del bersaglio
$AS_1 = L$ lunghezza della linea di mira
$S_1S_1'' = OS_1'' - OS_1 = O_1'S_1' - OS_1 = m + O'S_1' - OS_1$

per cui la proporzione diventa:

$$X : L :: A'M'' : m + O'S_1' - OS_1 \qquad [4]$$

Similmente dai punti A ed N' conducendo le AS_2'', $N'N''$ parallele alla visuale $M'B$; dai due triangoli simili $N'A'N''$ e AS_2S_2'' avremo:

$$N'A : AS_2 :: A'N'' : S_2S_2''$$

ossia:

$$X : L :: A'N'' : m + O'S_2' - OS_2. \qquad [5]$$

Dalle due proporzioni [4] e [5] abbiamo tosto:

$$X : L :: A'N'' - A'M'' : (O'S_2' - OS_2) - (O'S_1' - OS_1)$$

e quindi:

$$X : L :: M''N'' : (O'S_2' - O'S_1') - (OS_2 - OS_1).$$

E poichè $M''N''$ molto approssimativamente vale $2\,MN$:

$$X = \frac{2 \times \overline{MN} \times L}{(O'S_2' - O'S_1') - (OS_2 - OS_1)} \qquad [6]$$

Per avere quindi la distanza X basta fare per entrambi i pezzi le differenze dei due scostamenti, sottrarre quella relativa al 2° pezzo da quella relativa al 1°; e dividere per questo resto il doppio del diametro del pallone moltiplicato per la lunghezza della linea di mira.

Nell'applicare questa formola è necessario badare molto al segno dei varî scostamenti, dare cioè il segno — agli scostamenti a sinistra.

4° Metodo. — È basato sull'impiego simultaneo delle due linee di mira di cui sono muniti tutti i nostri cannoni di assedio. Questo metodo può tornare utile quando il pal-

lone va soggetto a movimenti laterali anche mediocri, mentre sono nulli o quasi nulli quelli nel senso verticale, in contrapposto al 3° Metodo, che è conveniente quando sono molto rilevanti gli spostamenti nel senso verticale mentre sono piccoli quelli laterali (fig. 6ª).

Se noi riusciamo a puntare nello stesso istante con due alzi applicati ad una bocca da fuoco, dirigendo la linea di mira dell'uno al punto più alto dell'involucro e la linea di mira dell'altro alla navicella, avremo, se la lunghezza della linea di mira è di 1 *m*, nella differenza *h* delle due graduazioni approssimativamente la tangente dell'angolo formato dalle due visuali. Dividendo quindi per tale numero la distanza reale esistente fra i due punti osservati *A C* (distanza che si può conoscere sin dal tempo di pace), si ricaverà la distanza a cui si trova il bersaglio. Avremo cioè:

$$X = \frac{AC}{h}.$$

Nel caso che la linea di mira non sia lunga 1 *m*, ma abbia un altro valore qualunque *L*, allora la forma sarà:

$$X = \frac{AC \times L}{h}.$$

Qualora la quantità *h* sia espressa in *mm*, le precedenti formole daranno la distanza espressa in *km*.

Allo scopo però di ottenere con questo metodo dei risultati abbastanza esatti, si dovranno avere le seguenti avvertenze:

1° Invece di far passare la visuale sul fondo della tacca di mira, come d'ordinario, dirigerla in modo che risulti tangente alla parte superiore del regolo orizzontale ed in qualunque punto del tratto di regolo che trovasi alla sinistra della tacca di mira. Si ottiene con questo artifizio che il puntatore non deve preoccuparsi del puntamento in direzione, e quindi potrà rivolgere tutta la sua attenzione al puntamento in elevazione.

2° Il puntatore di destra fisserà l'alzo a 140 *mm* se si eseguisce il puntamento col cannone da 15, lo fisserà invece a 90 *mm* per tutte le altre bocche da fuoco; quindi

punterà alla navicella facendo muovere il pezzo. Il puntatore di sinistra punterà al punto più alto dell'involucro movendo l'alzo. Conviene puntare con questo alzo iniziale, allo scopo di ridurre al minimo l'errore che si può ottenere applicando la formola sopraccennata, la quale a rigore di termini non è esatta.

3° Invece di fare un solo puntamento è bene farne due successivi, osservando che nella seconda prova il puntatore di sinistra punti alla navicella ed il puntatore di destra al punto più alto dell'involucro. In tal modo, oltre al vantaggio di basare la misura sulla media di due osservazioni, si otterrà anche quella di eliminare gli errori che potrebbero derivare dal fatto, che le due linee di mira naturali condotte coi due alzi non siano perfettamente parallele.

4° In pratica bisognerà usare anzichè la formola sopraccennata la seguente:

$$X = \frac{A\,C \times L}{h + 0{,}3 \times L}$$

e ciò perchè il puntatore non punta effettivamente al punto più alto dell'involucro, come si è supposto nella ricerca della formola teorica, ma dirige la visuale nel punto A' centro della minima zona $A\,A''$ a cui si possa puntare a quella distanza. L'ampiezza di questa zona è manifestamente in ragione diretta della distanza del bersaglio, perchè dipende dall'angolo visuale che si richiede perchè un oggetto sia chiaramente visibile al puntatore, angolo che si può ritenere di circa 2′.

Esperienze apposite del 3° e 4° metodo fatte eseguire dal sottoscritto, puntando ad una vescica sospesa ad un filo, libera di muoversi e collocata a distanza ridotta, tenderebbero a dimostrare, che gli errori che si ottengono sono minori di quelli riscontrati usando il cannocchiale munito di micrometro.

5° Metodo. — Consiste nella risoluzione di un triangolo di cui siano dati un lato ed i due angoli adiacenti; e si può usare quando si debba far fuoco da una batteria, che

sia stata organizzata per il tiro preparato e sia munita o pure nò dei congegni mod. Bonagente (fig. 7ª).

Puntando coi due pezzi estremi A e B della batteria allo stesso punto dell'involucro, o meglio al punto che rappresenta la navicella, e leggendo quindi le graduazioni delle rotaie (tenendo conto anche dello scostamento che risulterà dai due alzi) noi potremo calcolare gli angoli PAB e PBA; e mediante la formola:

$$X = AB \frac{\text{sen } PBA}{\text{sen} \left\{ 180 - (PAB + PBA) \right\}}$$

nella quale anche AB è cognito, troveremo la distanza X

Osservazione dei risultati dei colpi.

Se è cosa utile l'avere un mezzo per misurare la distanza del bersaglio allo scopo di iniziare il tiro ad una distanza non troppo differente dalla reale, ed ottenere più presto la forcella, non meno utile, anzi dirò indispensabile, si è l'avere il mezzo di apprezzare con sicurezza il risultato dei colpi per poter regolare il tiro. Ed aggiungo subito, che in questo genere di tiro non basta l'osservazione direttamente fatta dalla batteria, ma è necessario servirsi anche di osservazioni fatte da posizioni laterali; tanto che si può affermare che, se negli altri tiri in genere gli osservatori laterali sono talvolta utili al comandante la batteria, nel tiro contro gli areostati sono sempre necessari.

Il cercare infatti di ottenere nei primi colpi lo scoppio dello shrapnel sulla linea di sito, per poter osservare se il bersaglio copre o è coperto dal fumo prodotto dallo sparo, e giudicare quindi del risultato del colpo, è una mera utopia. L'altezza della striscia contenente il 50 °/₀ degli scoppi, alle distanze forti a cui dovrà eseguirsi il tiro, è troppo grande per pretendere che tutti i colpi o la massima parte di essi scoppino in modo, da essere compresi nel contorno apparente del bersaglio, dato anche che questo si mantenga immobile.

Se pensiamo poi che l'areostato può avere movimenti varî sia nel senso verticale che nel senso laterale, possiamo conchiudere che sarà un vero caso, se qualche volta si potrà giudicare del risultato del colpo, basandosi sulla sola osservazione in batteria. D'altra parte col provocare lo scoppio sulla linea di sito si rinunzia ad un grande vantaggio, quello cioè di colpire per una fortunata combinazione il bersaglio sino dai primi colpi durante la formazione della forcella.

Inoltre nel tiro contro gli areostati scompare uno degli appunti principali che si possono fare al metodo di giudicare del risultato dei colpi, confrontando le osservazioni fatte in batteria con quelle fatte dagli osservatori laterali, consistente nella difficoltà di precisare con tutta l'esattezza il punto del bersaglio, al quale si debbono riferire le indicazioni di *destra* e *sinistra* trasmesse dagli osservatori stessi. Accade infatti molte volte che l'osservatore, il quale dalla batteria ha visto distintamente il punto indicatogli dal suo capitano, recatosi sul luogo di osservazione (dal quale il terreno circostante apparisce naturalmente sotto un aspetto alquanto differente), prova un po' di indecisione, e riferisce le sue osservazioni ad un altro punto, che egli erroneamente crede sia il punto stabilito. Quale sia la conseguenza di questo inconveniente, ognuno può facilmente immaginarsi, e spesso si vede nei poligoni, ove il comandante la batteria, notando che vi sono contraddizioni manifeste fra i risultati osservati direttamente dalla batteria, e i risultati che scaturiscono dal confronto delle osservazioni laterali, deve decidersi a non tenere più alcun conto delle comunicazioni che gli vengono segnalate dagli osservatori laterali stessi.

Nel tiro contro gli areostati, essendo il bersaglio nettamente definito, non è possibile che si verifichi il sopra accennato equivoco. Potrà per altro avvenire che l'osservatore provi qualche difficoltà nel distinguere nettamente, se lo scoppio è avvenuto a destra o a sinistra della verticale passante per il pallone, nel caso che lo scoppio apparisca molto alto e vicino alla verticale stessa. Questo inconveniente si potrà però eliminare facilmente coll'uso di un filo a piombo

appeso ad un ramo o altrimenti fissato, e disponendosi in modo che il piano determinato dall'occhio dell'osservatore e dal filo a piombo passi per il centro del pallone.

Ciò premesso per dimostrare la necessità di ricorrere in questa specialità di tiro agli osservatori laterali, vediamo ora il modo di ricavarne il massimo rendimento possibile. Se noi disponiamo gli osservatori laterali nel modo tassativo prescritto dalla attuale istruzione sul tiro, è facile vedere che ben pochi saranno i colpi che si potranno classificare come *lunghi* o come *corti*, mentre la massima parte risulterà sotto la indicazione di *incerti*. Trattandosi infatti di un bersaglio non molto esteso nel senso laterale (circa 10 *m*), non si potranno fare le distinzioni di *diretto*, *a destra nel bersaglio*, *a sinistra nel bersaglio*, *a destra fuori del bersaglio*, *a sinistra fuori del bersaglio*, prescritte per i casi che comunemente si presentano nel tiro contro una batteria, o contro altro bersaglio di dimensioni più rilevanti; e bisognerà limitarsi alle semplici indicazioni di *diretto*, *a destra*, *a sinistra*. D'altra parte, essendo l'attuale bersaglio soggetto a continue oscillazioni, sarà molto difficile che lo scoppio avvenga in quel certo spazio tratteggiato nella figura 8ª compreso fra le visuali $A\,P$, $P\,M$, $O\,P'$ e $P'\,N$, e realmente utile per la determinazione del risultato del colpo; di modo che sarà ben difficile poter regolare il tiro.

Un tale inconveniente gravissimo verrebbe eliminato qualora fosse prescritto che, sia gli osservatori laterali, che gli ossservatori in batteria, oltre all'indicare il senso del punto di scoppio, indicassero anche all'incirca l'entità della deviazione del colpo a destra o a sinistra della direzione del bersaglio; perchè in tal modo si può determinare se il colpo è lungo o è corto, anche nel caso in cui lo scoppio avvenga all'infuori dello spazio sopra considerato.

Ed invero supponiamo che lo shrapnel scoppi nel punto S: tanto l'osservatore in batteria quanto quello laterale O segnaleranno il colpo *a sinistra*, e quindi se non seguono altre informazioni il colpo risulterà incerto, ma, se l'entità della deviazione segnalataci dall'osservatore in batteria è mag-

giore che quella segnalataci dall'osservatore laterale, si potrà con sicurezza dedurre che il colpo è lungo. Analogamente se lo scoppio avviene in S', tutti e due gli osservatori segnaleranno *a destra*, e, poichè l'osservatore laterale indicherà una deviazione maggiore di quella segnalata dall'altro, il colpo risulterà ancora lungo.

È facile vedere quello che si verificherà nel caso che gli scoppi avvengano nei punti S'' e S''', cioè nel caso che avvengano al di qua del bersaglio. Quando poi i due osservatori segnalano che lo scoppio risulta spostato dalla stessa parte e della stessa quantità, sarà indizio che lo scoppio è avvenuto all'incirca alla distanza a cui trovasi il bersaglio.

D'altra parte con questo sistema noi saremo in grado non solo di determinare il risultato di tutti indistintamente i colpi, ma anche di conoscere di quanto un colpo è risultato lungo o corto.

Supponiamo che il punto di scoppio (fig. 9ª) sia avvenuto in S''' e sia corto quindi della quantità $S''' M$. Conduciamo la $C N'$ normale alla $O C$ e le due rette $C N$ e $A Q$ normali alla direzione del pallone, e prolunghiamo le visuali $A S'''$ e $O S'''$ sino ad incontrare le normali stesse. Dai due triangoli simili $N M S'''$ e $Q A S'''$ abbiamo:

$$M S''' = M N \times \frac{A S'''}{A Q}$$

e poichè $M N = C M - C N$, ed, essendo l'angolo $N C N'$ in generale abbastanza piccolo, possiamo ritenere con molta approssimazione $C N = C N'$,

$$M S''' = (C M - C N') \frac{A S'''}{A Q}.$$

Ora dalla figura manifestamente si vede che $C M - C N'$ è appunto la differenza delle due deviazioni segnalateci dalla batteria e dal bersaglio, $A S'''$ è la distanza di tiro del colpo sparato diminuito dell'intervallo di scoppio (circa 100 *m*), $A Q$ è la distanza a cui si trovano gli osservatori laterali dalla batteria, distanza misurata sulla normale alla direzione del tiro innalzata dalla batteria stessa, e che si potrà sempre approssimativamente conoscere; quindi risolvendo quella

equazione potremo conoscere di quanto il colpo è corto oppure è lungo.

Rimane però a vedersi come praticamente gli osservatori possano stimare l'entità della deviazione del colpo a destra oppure a sinistra, e come si debba comunicare questo risultato al comandante la batteria.

L'osservatore laterale, dopo di avere osservato se il colpo è a destra o a sinistra del filo a piombo, giudica a vista quante volte la deviazione apparente contiene la larghezza apparente del pallone; quindi farà il segnale prescritto dall'istruzione per trasmettere il senso della deviazione, avvertendo di avvicinare e allontanare ripetutamente i dischi tante volte, quante sono le unità contenute nel numero trovato.

Il comandante la batteria, il quale avrà osservato personalmente il risultato del colpo, oppure avrà avuto antecedentemente analoga informazione dall'osservatore che si trova in batteria, potrà confrontare le due osservazioni servendosi del seguente specchio, e quindi decidere prontamente sia il senso che l'entità della deviazione longitudinale (vedi fig. 10ª).

In questo specchio D rappresenta la distanza di scoppio del colpo sparato, d è la distanza degli osservatori laterali dall'osservatorio collocato in batteria, misurata sulla normale alla direzione del tiro.

Le quantità m ed n rappresentano le deviazioni segnalate, moltiplicate per la dimensione laterale del bersaglio (per i nostri areostati 10 m).

Dall'esame di questa tabella risulta che per conoscere se sono corti o lunghi i colpi distinti coi numeri 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, è sufficiente conoscere il senso delle deviazioni osservate dagli osservatori, mentre per i colpi distinti cogli altri numeri, è necessario conoscere anche l'entità della deviazione osservata; ciò che significa che coi metodi attuali di segnalazione risulterebbero come colpi incerti.

Numero del colpo	Segnalazioni		Confronto dei due valori m e n	Risultato del colpo	
	dalla batteria	dall'osservatore laterale		senso	valore
1	0	$S\,n$		—	$n\frac{D}{d}$
2	0	0		0	0
3	0	$D\,n$		+	$n\frac{D}{d}$
4	$S\,m$	$S\,n$	$m < n$	—	$(n-m)\frac{D}{d}$
5	$S\,m$	$S\,n$	$m = n$	0	0
6	$S\,m$	$S\,n$	$m > n$	+	$(m-n)\frac{D}{d}$
7	$S\,m$	0		+	$m\frac{D}{d}$
8	$S\,m$	$D\,n$		+	$(m+n)\frac{D}{d}$
9	$D\,m$	$S\,n$		—	$(m+n)\frac{D}{d}$
10	$D\,m$	0		—	$m\frac{D}{d}$
11	$D\,m$	$D\,n$	$m > n$	—	$(m-n)\frac{D}{d}$
12	$D\,m$	$D\,n$	$m = n$	0	0
13	$D\,m$	$D\,n$	$m < n$	+	$(n-m)\frac{D}{d}$

Condotta del fuoco.

Allo scopo di adottare una condotta di fuoco unica, è conveniente supporre uno fra i casi più generali, quello che l'areostato si muova in qualunque direzione, ma in senso orizzontale. Supponiamo cioè per ora che il pallone non si muova verticalmente, od almeno si muova di poco; l'altro caso del movimento verticale si considererà in seguito.

Il comandante la batteria, prima di iniziare il tiro, dovrà, qualora non si sia provveduto in procedenza, mandare in luogo conveniente, lateralmente alla batteria ad una certa distanza dalla medesima, una squadra di osservatori composta almeno di due uomini, e stabilire un'altra squadra di osservatori vicino ad uno dei pezzi d'ala, e preferibilmente a quello che trovasi dalla parte opposta a quella ove sono gli osservatori laterali (vicino al pezzo che trovasi all'ala sopravento, qualora si adoperi polvere nera). La squadra di osservatori, che trovasi in batteria, sarà provvista possibilmente di cannocchiale d'assedio piccolo munito di micrometro.

Misurata speditamente la distanza servendosi del cannocchiale stesso, farà tosto cominciare il fuoco; in seguito, giudicata a vista la distanza che avvi fra l'osservatorio in batteria e la retta che congiunge l'osservatorio laterale col bersaglio, calcolerà il rapporto $\frac{D}{d}$.

Nel caso che sia sprovvisto di cannocchiale a micrometro, se si può subito cominciare il fuoco, converrà fare a meno di misurare la distanza, e contentarsi di stimarla a vista. Se invece non si potrà ancora incominciare il tiro, o perchè gli osservatori laterali non sono ancora giunti al loro posto, o per altra causa, si procurerà di misurare la distanza col telemetro Gauthier, o con uno degli altri metodi sopra indicati.

Degli osservatori laterali uno è incaricato di stimare il senso e l'entità della deviazione del punto di scoppio, servendosi del piombino, e spostandosi lateralmente, in modo che la visuale diretta al piombino copra costantemente il pallone; l'altro è incaricato di trasmettere le osservazioni alla batteria.

Degli osservatori in batteria uno è incaricato di osservare le segnalazioni che gli vengono trasmesse dagli osservatori laterali, il secondo deve osservare a vista il risultato del colpo, ed il terzo deve fare le stesse osservazioni servendosi del cannocchiale a micrometro; inoltre deve spiare quali movimenti fa il pallone sia nel senso laterale che nel senso

verticale, essendo ciò importante a conoscersi per il buon andamento del tiro.

L'osservazione di questi movimenti acquista una speciale importanza nei primi colpi, allo scopo di determinare sia lo scostamento da darsi all'alzo (quando il pallone sia soggetto a uno spostamento laterale continuo), sia la differenza che deve tenersi fra la distanza corrispondente all'alzo e la distanza corrispondente alla graduazione della spoletta, affinchè l'altezza di scoppio sia quella che si desidera (nel caso in cui il pallone sia soggetto a moti alternativi volontari di ascesa e di discesa). È necessario allora calcolare lo spostamento del pallone sia nel senso laterale che nel senso verticale, durante l'intervallo di tempo che decorre fra l'esecuzione del puntamento, oppure, ciò che fa presso a poco lo stesso, fra l'istante in cui parte il colpo e l'istante in cui si vede scoppiare il proietto. In base alla deviazione laterale sarà facile calcolare la relativa correzione allo scostamento, nel caso però che il movimento laterale sia continuo.

Quanto alla deviazione verticale bisognerà aggiungerla o sottrarla, secondo chè il pallone si solleva o si abbassa, alla apparente altezza di scoppio osservata per ottenere l'altezza effettiva dello scoppio sulla linea di sito.

Per dare un'idea dell'errore che si può commettere nella stima dell'altezza di scoppio, quando non si tiene conto di questo movimento verticale, supponiamo che l'areostato sia a 6000 *m*, e che sia soggetto a movimenti alternativi in alto e in basso di 100 *m*. Spariamo un colpo con un cannone da 12 mentre il pallone si solleva, e supponiamo che l'altezza di scoppio osservata relativamente al pallone sia quella tabulare cioè di 56 *m*. Noi non sapendo che vi è stato lo spostamento in alto, crediamo che la graduazione vada bene, e quindi continuiamo il tiro. In realtà però il pallone essendosi spostato in alto, l'altezza di scoppio effettiva sulla linea di sito sarebbe non 56 *m*, ma $56 + t\omega = 56 + 25'',8 \times \frac{5}{6} = 56 + 22 = 78$, essendo la durata t della traiettoria $= 25'',8$ e la velocità

del pallone di $\frac{5}{6}$ m circa. Se quindi nei colpi successivi noi supponiamo che il pallone discenda, osserveremo subito delle altezze di scoppio eccessive, la cui media sarà $56 + 2 \times 22 = 100$ m.

Per fare le osservazioni dei movimenti sopra indicati dovrà disporsi il cannocchiale in modo che i fili del micrometro risultino verticali, e l'asse di rotazione del cannocchiale sulla forchetta che lo sostiene sia orizzontale. Per ottenere ciò, non essendo necessario nel caso pratico una grande esattezza, basterà disporre il treppiede in modo, che il piatto risulti apparentemente orizzontale, puntare ad un oggetto fisso situato nella direzione in cui si trova il bersaglio, e con successive piccole rotazioni del tubo contenente il micrometro procurare di ottenere che, facendo girare il cannocchiale attorno agli orecchioni, l'immagine dell'oggetto fisso lambisca sempre lo stesso filo verticale del micrometro.

Sarà bene che l'osservazione dei movimenti laterali si faccia separatamente e prima che cominci il tiro. A tal uopo si punta col cannocchiale al pallone, in modo che l'immagine del medesimo cada nel campo del cannocchiale e sia tagliata per metà dal filo mediano: quindi tenendo fermo il cannocchiale stesso si osserva se l'immagine del pallone si mantiene immobile oppure si muove: e in quest'ultimo caso se si muove alternativamente in un senso e nell'altro, oppure sempre nella stessa direzione. Se il movimento è alternativo, è segno evidente che è prodotto dal vento, e quindi non è conveniente tenerne conto perchè, oltre all'impossibilità di fare la correzione nel senso voluto, si tratterà sempre di spostamenti poco pronunziati. Se invece il movimento è continuo in una data direzione, allora bisognerà aumentare o diminuire lo scostamento secondochè il movimento del pallone avviene verso destra o verso sinistra. Quanto all'entità della correzione non è conveniente dare norme precise, per non cagionare troppa complicazione, e anche perchè altre cause influiscono sulla direzione del tiro, cioè l'inclinazione

dell'asse degli orecchioni, e l'azione del vento, l'ultima delle quali non è possibile misurare esattamente in batteria. È sufficiente quindi che il comandante di batteria sappia se avvi spostamento continuo laterale in una certa direzione, affinchè ne possa tener conto nella determinazione dello scostamento relativo al 1° colpo; per i colpi successivi poi correggerà in base al risultato del 1° colpo.

L'osservazione dei movimenti del pallone nel senso verticale è bene sia fatta durante l'intervallo di tempo, che decorre fra l'istante in cui parte il colpo e l'istante in cui si vede scoppiare il proietto. Si punta al pallone in modo che, quando parte il colpo, l'immagine del medesimo sia in direzione dell'estremità inferiore del filo mediano, cioè nella posizione $M\ N$ segnata nella figura 11ª. Partito il colpo, si lascia fermo il cannocchiale sino a che si vede scoppiare il proietto; e qui possono presentarsi i seguenti casi:

1° Il punto di scoppio avviene in P nel campo del cannocchiale, e l'immagine del pallone trovasi in $M\ N$.

Si potrà subito contare il numero dei fili esistenti nel tratto $P\ Q$, e stimare approssimativamente quante volte il tratto $P\ R$ comprende lo spazio, che avvi tra due fili consecutivi del micrometro. In seguito, moltiplicando i numeri ottenuti per la distanza di scoppio espressa in *km*, avremo la deviazione laterale del colpo e l'altezza di scoppio espressa in metri.

2° Il punto di scoppio avviene in P nel campo del cannocchiale e l'immagine del pallone trovasi in $M'\ N'$. Si osserva la quantità $P\ Q$ come sopra, e si stima la quantità $P\ R$, la quale, tradotta in metri, ci rappresenterà l'altezza di scoppio sulla linea di sito del pezzo puntato, che è quella che realmente ci interessa conoscere.

3° Il punto di scoppio avviene in P nel campo del cannocchiale, e l'immagine del pallone trovasi in $M''\ N''$. Si conta il numero dei fili esistenti nel tratto $P\ Q'$, cioè nel tratto compreso fra il punto P e il filo che trovasi più vicino al centro dell'immagine del pallone. La quantità $P\ R$ si stima nel modo detto sopra.

4° Il punto di scoppio avviene fuori del campo del cannocchiale, e l'immagine del pallone trovasi in M'' N''. L'osservatore, appena ricevuto avviso (dall'osservatore che compie le osservazioni a vista) che lo scoppio è avvenuto, esamina quello fra i fili che trovasi più vicino al centro dell'immagine del pallone, quindi fa rotare con speditezza verticalmente il cannocchiale, finchè l'immagine dello scoppio entri nel campo; in seguito calcolerà P Q' nel modo solito. Quanto alla quantitá P R non verrà misurata, ma l'osservatore potrà dire senz' altro che era maggiore di $R'B$.

5° Il punto di scoppio avviene in P nel campo del cannocchiale e l'immagine del pallone trovasi fuori del campo. Si stimerà la quantità P R, e con una rotazione del cannocchiale si troverà il filo S S', e quindi la quantità P Q'.

6° Tanto il punto di scoppio che l' immagine del pallone trovansi fuori del campo. Anche qui con due successive rotazioni si potrà calcolare P Q'. Quanto alla quantità corrispondente all'altezza di scoppio sarà maggiore della R' B.

L'osservazione simultanea di queste due quantità P R e P Q' sembra a primo aspetto molto difficile; ma quando si consideri, che solamente nei primi due o tre colpi è necessario misurare con cura la quantità P R, per poter determinare la vera altezza di scoppio sulla linea di sito, mentre nei colpi successivi basterà misurare la P Q, quando si consideri inoltre, che non è necessaria nella stima della quantità P R molta esattezza, trattandosi di altezze di scoppio che vanno soggette a variazioni molto forti (a causa della dispersione dei colpi e a causa della tolleranza delle spolette), si può arguire che un osservatore anche mediocre possa disimpegnare bene il compito affidatogli. Inoltre è bene notare che, in generale, la nuvoletta di fumo prodotta dallo shrapnel rimane per qualche tempo chiaramente visibile, e si sposta pochissimo nel senso verticale anche quando si ha un po' di vento, e quindi l'osservazione dallo quantità P R fatta dopo un po' di tempo non sarà molto errata. Solamente nei casi di forte vento la nuvoletta sparisce presto; ma si è fatto notare a

suo tempo che, se questo caso si può presentare ai poligoni, non si riprodurrà in guerra vera, perchè è impossibile compiere le ascensioni in quelle condizioni atmosferiche.

Se la batteria non può disporre di un cannocchiale d'assedio con micrométro, l'osservatore in batteria dovrà fare le sue osservazioni servendosi del filo a piombo, come si è detto per la squadra di osservatori laterali: ed il comandante la batteria eseguirà le osservazioni dell'altezza di scoppio direttamente. Per spiare i movimenti che ha il pallone potrà servirsi di uno dei pezzi della batteria nel seguente modo. Farà tenere puntato il pezzo sino a che parta il colpo: partito il colpo prenderà nota dell'alzo e dello scostamento; avvenuto lo scoppio dello shrapnel, farà celeremente puntare alla nuova posizione del pallone muovendo l'alzo e lo scostamento. Dalla differenza dei due alzi e dei due scostamenti potrà avere una norma dello spostamento fatto dal pallone.

Determinazione della distanza. — Il tiro si comincia coll'alzo e scostamento corrispondenti alla distanza stimata a vista o misurata con uno dei metodi indicati, e colla graduazione della spoletta, diminuita della quantità occorrente per ottenere l'altezza di scoppio che si desidera a tiro regolato.

Se la quota della batteria è molto superiore a 130 *m*, sarà bene, nel determinare la graduazione della spoletta, tener conto della correzione C_3 (A-1). Quanto alle altre due correzioni C_1 e C_2 si possono trascurare, perchè piccola è l'approssimazione con cui si conosce la distanza del bersaglio. Se precedentemente si è verificato che l'areostato si muove lateralmente e con moto continuo, si dovrà correggere fin dal primo colpo lo scostamento. In seguito al risultato del 1° colpo si aumenta o si diminuisce l'alzo, e corrispondentemente la graduazione della spoletta, in modo da ottenere subito una forcella quantunque ampia. Inoltre se l'altezza di scoppio del 1° colpo nella linea di sito è risultata poco differente da quella voluta, le due correzioni si faranno per un eguale numero di metri, se invece la

differenza è molto rilevante, eguale cioè o maggiore dell'altezza tabulare, allora si dovrà fare una correzione complessa.

Riguardo all'apertura della 1ª forcella sono da distinguersi due casi: 1° se la distanza venne giudicata a vista, è opportuno ricavare (dal confronto delle osservazioni fatte in batteria con quelle fatte lateralmente) di quanto il colpo è risultato corto o lungo, e quindi dedurre in conseguenza i nuovi dati di tiro; se invece la distanza venne misurata, l'apertura della 1ª forcella sarà di 800 *m*. Ottenuta la 1ª forcella si dimezzerà successivamente, sino ad ottenere due colpi che comprendano il bersaglio ed i cui dati di tiro differiscano di 400 *m*.

Durante la formazione della forcella si farà la carica per pezzo, ed il comandante di batteria, prima di comunicare i nuovi dati di tiro, dovrà ricavare dai risultati trasmessigli dagli osservatori se il colpo è lungo o corto.

Quindi nei casi in cui lo scoppio succederà nell'angolo (tratteggiato nella fig. 12ª), compreso fra le visuali condotte all'areostato dalle due stazioni di osservatori, egli, appena avrà ricevuta l'indicazione di destra o sinistra, potrà dare subito il nuovo comando, riservandosi a calcolare l'entità della deviazione del colpo mentre il pezzo carica; perchè questo dato gli potrà essere utile per i colpi successivi. Nei casi invece in cui lo scoppio avviene fuori dell'angolo tratteggiato, dovendosi attendere oltre le indicazioni di *destra* o *sinistra* anche il valore di questa deviazione, il comandante calcolerà anche approssimativamente quanto disti il punto di scoppio dal bersaglio, ed allora potrà regolarsi eziandio sull'apertura da darsi alla successiva forcella.

Ottenuta la forcella di 400 *m*, il comandante la batteria destinerà una delle sezioni, in generale quella che sta vicino all'osservatorio, a fare i colpi di controllo, e farà caricare le altre due sezioni cogli alzi scalati di 200 *m*, a cominciare dalla distanza più piccola della forcella diminuita di 100 *m*.

Questa regola vale solamente nel caso che l'altezza di scoppio sia stata regolata, in modo che l'intervallo di scoppio

sia doppio di quello tabulare (cioè circa 200 *m*). Supponiamo infatti, per fissare le idee, che la sezione di controllo spari coi dati corrispondenti a 5400 *m* e 5800 *m*; si dovrà arguire che il bersaglio si trova fra 5200 e 5600 *m*. Sparando le altre due sezioni coi dati corrispondenti a 5300 *m* e 5500, batteremo manifestamente tutto lo spazio in cui può trovarsi il bersaglio, perchè abbiamo due pezzi coi dati di 5300 *m*, uno (quello di controllo) coi dati di 5400, e altri due con quelli di 5500.

Nel caso invece che l'altezza di scoppio sia stata regolata in modo che l'intervallo di scoppio sia normale, le altre due sezioni si faranno puntare cogli alzi scalati di 100 *m* a cominciare dalla distanza più piccola della forcella.

Dei due pezzi della sezione di controllo uno sarà sempre carico, e ciascuno di essi sparerà sempre alla stessa distanza, l'uno coi dati corrispondenti al colpo lungo della forcella, l'altro coi dati corrispondenti al colpo corto. Gli osservatori rilevano il risultato dei colpi isolati che partono dalla sezione di controllo, e lo trasmettono al comandante la batteria, il quale in tal modo può farsi un esatto concetto sul movimento, che può avere l'areostato nella direzione del tiro. Se, ad esempio, egli osserva che coi due pezzi della sezione di controllo si ottengono colpi che sono sempre corti o sempre lunghi, ne deduce che il bersaglio è fermo, oppure si muove mantenendosi sempre nel raggio d'azione del tiro.

Se invece dopo un certo tempo si verifica che col 1° pezzo ad esempio, che spara coi dati del colpo lungo della forcella, si ottiene un colpo corto, oppure col 2° pezzo, che spara coi dati del colpo corto della forcella, si ottiene un colpo lungo, verrà nella convinzione che il bersaglio si allontana oppure si avvicina; e quindi modificherà subito i dati di tiro delle, altre due sezioni ed anche della sezione di controllo di 100 *m* in più oppure in meno. Si ritiene sufficiente modificare i dati di tiro di soli 100 *m*, perchè il movimento del carro-manovra non può farsi che al passo.

L'ordine del fuoco, allo scopo di ottenere la massima celerità contemporaneamente ad un continuato controllo, sa-

rebbe il seguente: appena terminata la forcella si fa partire una salva di quattro colpi, quindi uno dei colpi di controllo, in seguito un'altra salva, e quindi l'altro dei colpi di controllo, e così successivamente.

Si deve però avere l'avvertenza di dare l'ordine di fuoco, non appena si è visto il punto di scoppio della salva o del colpo sparato prima. In tal modo il pezzo della sezione di controllo spara mentre le altre due sezioni sono occupate ad eseguire la carica; e la celerità di fuoco non viene diminuita dal fatto, che si spara il colpo di controllo e se ne osserva il risultato.

Abbiamo supposto nel caso generale che il pallone sia mobile nella direzione del tiro, e anche lateralmente. Rimane ora a parlarsi del caso in cui il pallone si muove nel senso verticale. Ciò può avvenire nei seguenti casi:

1° L'areostato compie la sua ascensione, oppure discende, perchè l' areonauta volontariamente vuole ritirarsi. In genere si conosce la velocità con cui il pallone può eseguire questi movimenti, e quindi si potrà aumentare o diminuire l'alzo della quantità corrispondente. Nei nostri areostati la corsa di 500 *m* si compie in 5′ quando il pallone si solleva, e in 10′ quando si abbassa; e quindi la velocità è rispettivamente di 1,70 *m* e 0,85 *m* al secondo.

2° L'areostato discende perchè colpito. Si dovrà diminuire l'alzo di quel tanto che si crederà opportuno, per avere sempre un'altezza di scoppio conveniente.

3° L'areostato ha un moto volontario alternativo di sollevamento e di abbassamento, allo scopo di rendere più difficile il tiro. È a notarsi che in questo caso la velocità non sarà mai grande, sia perchè il motore del carro manovra non è capace di sviluppare una grande forza, sia perchè una velocità eccessiva impedirebbe all'areonauta di fare qualunque osservazione; supporremo quindi che la velocità massima sia quella che ha il pallone quando discende, cioè di circa 0,85 *m*. Non conviene allora fare alcuna correzione, perchè il movimento non si compie sempre nello stesso senso, e d'altra parte l'areo-

stato trovasi sempre compreso nella rosa di tiro, come si può rilevare dal seguente specchio:

Cannone da 12 GRC e ARC.

Distanze	Variazioni per correggere l'altezza di 1 striscia	Altezza della striscia contenente il 50 % degli scoppi	Durata della traiettoria	Spazi percorsi dall'areostato — velocità di 0,85 *m*	Correzione per correggere il movimento del pallone
3000	3 *mm*	10,4	9,2	8	2 *mm*
4000	5 *mm*	14,1	13,7	12	4 *mm*
5000	11 *mm*	18 2	19,0	16	10 *mm*
6000	11 decimi di grado	22,3	25,8	22	11 decimi di grado
6500	19 id.	24,3	30,5	25	19 id.

Risulta quindi che in generale, nell'intervallo di tempo impiegato dal proietto per compiere la traiettoria, il pallone percorre uno spazio eguale all'altezza della striscia contenente il 50 °/₀, e quindi nell'esecuzione del tiro si può fare a meno di tener conto di questi movimenti.

***

Giunto al termine di questo studio, credo necessario riassumere per sommi capi le idee che vennero esposte:

1° Gli areostati che si adopereranno in guerra vera, anche dopo di essere colpiti dalle pallette di uno shrapnel, continueranno a rimanere sollevati per un certo tempo, e quando inizieranno la discesa, essa si effettuerà lentamente.

2° Nell' esecuzione di questo tiro bisogna quindi cercare non solo di colpire il bersaglio nel minor tempo possibile, ma anche di colpirlo in modo che la caduta sia istantanea e vertiginosa.

3° A tal effetto occorre studiare un nuovo proietto più efficace, e possibilmente di una efficacia talmente superiore, da poter aumentare l'intervallo di scoppio, rimanendo con ciò aumentata anche la probabilità di colpire.

4° La distanza del bersaglio si deve misurare solamente quando questa operazione non sia causa di ritardo nello inizio del tiro.

5° È necessario avere due squadre di osservatori, una in batteria, l'altra a conveniente distanza; solamente col confronto dei risultati segnalati da queste due squadre si potrà regolare il tiro; e qualora il confronto venga fatto non solamente sul senso delle deviazioni, ma anche sull'entità delle deviazioni stesse, il controllo sarà facile e sicuro non solo, ma di tutti indistintamente i colpi si potrà stabilire se siano corti o lunghi, e anche con una certa approssimazione di quanto son corti o lunghi.

6° Prima di iniziare il tiro, e specialmente durante i primi colpi, è conveniente spiare con attenzione i movimenti del bersaglio.

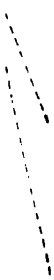
7° Bisogna adottare quella condotta di fuoco che a tiro regolato ci permetta di fare un tiro celere, pur continuando a osservare il risultato dei colpi, per essere sicuri che il bersaglio sia sempre compreso nel raggio d'azione del tiro.

Non so se sarò riuscito a infondere le mie idee nell'animo dei colleghi. Ad ogni modo io sarò egualmente soddisfatto se questo mio scritto invoglierà altri a studiare meglio questo importante compito dell'artiglieria, e se in seguito a nuovi studi qualcuno riuscirà a risolvere il problema in modo più soddisfacente di quello che finora sia stato ottenuto.

VIRGILIO GANDOLFI
capitano d'artiglieria.

Fig

ig. 7



M

Miscellanea e Notizie

MISCELLANEA

ESPERIENZE COI PRIMI FUCILI MAUSER FABBRICATI AD OVIEDO.

Già abbiamo accennato, in questa *Rivista*, alle esperienze che sono state fatte in Ispagna col fucile Mauser, alla sua adozione colla denominazione di fucile Mauser spagnuolo, mod. 93, ed all'autorizzazione, data alla fabbrica d'armi di Oviedo, di acquistare le macchine necessarie per la fabbricazione del fucile in discorso (1).

Riassumiamo ora dal *Memorial de artilleria* il resoconto pubblicato dalla *Comisiòn de Experiencias de artilleria* relativamente alle esperienze eseguite con 50 fucili Mauser (presi fra i primi 400 costruiti dalla fabbrica d'armi di Oviedo), e fatte comparativamente con armi dello stesso modello acquistate dalla casa Ludwig Löwe e C. di Berlino, la quale era già stata varie volte fornitrice di armi all'esercito spagnuolo (2).

Accenniamo quindi senz'altro al risultato di questi esperimenti.

Esame del meccanismo. — Peso. — L'esame del meccanismo non dette occasione che ad appunti insignificanti. Si è riconosciuto soltanto che in alcune armi il meccanismo di scatto poteva operare prima della totale chiusura dell'otturatore, senza però essere causa di pericolo per il tiratore. Origine di ciò era la deficienza di altezza del dente della leva di sicurezza, cosicchè il difetto venne tolto col semplice cambio della leva stessa.

Pesati i cinquanta fucili, ad uno ad uno, si è verificato che:

14 fucili raggiungevano il peso di 4,300 *kg*,
11 fucili superavano detto peso,
15 fucili avevano peso minore;

tra il fucile più pesante e quello più leggero eravi una differenza di 450 *g*. I fucili Mauser della fabbrica Löwe avevano invece un peso variabile fra 4,060 e 4,220 *kg*.

(1) Vedi *Rivista d'artiglieria e genio*: anno 1892, vol. III, pag. 361; anno 1894, vol. I, pag. 329; anno 1894, vol. II, pag. 497.

(2) Vedi *Rivista d'artiglieria e genio*, anno 1893, vol. III, pag. 170.

La fabbrica di Oviedo adopera, per le casse dei fucili, il legno di noce chiaro o quello scuro: il noce chiaro è più leggero e meno resistente; quello scuro, che si ottiene da alberi di maggiore età, è più pesante, ma ha una durata molto maggiore. Mentre la commissione fa notare questo fatto, essa pone il quesito se sia più utile servirsi unicamente di legno di noce chiaro (ottenendo così, per le casse dei fucili, un minor peso di 200 a 300 *g*), oppure se sia preferibile di non adoperare che il noce scuro, in considerazione della sua maggiore durata. È questo un problema che si dovrà risolvere in seguito.

Parti permutabili — Presi a caso 3 fucili si è proceduto all'esperienza di provare, per ciascuno di essi, gli otturatori dei rimanenti 49 fucili: l'esito fu intieramente soddisfacente.

In seguito si sono scambiati fra loro non solo i pezzi principali dei fucili spagnuoli: percussori, molle, leve, estrattori, ecc., ma si sono anche sostituite parti del meccanismo delle armi tedesche coi pezzi corrispondenti fabbricati ad Oviedo, e reciprocamente. I risultati ottenuti, facendo sparare i fucili così composti, hanno soddisfatto la commissione ed hanno provato che la fabbrica d'armi di Oviedo ha saputo, in un tempo relativamente molto breve, acquistarsi una fama ben meritata.

Velocità media dei proietti. — Si sono sperimentati 5 fucili spagnuoli presi a caso fra i 50 fucili sottoposti ad esperimento, ed i risultati ottenuti si sono paragonati con quelli di 2 fucili tedeschi: le munizioni impiegate erano della fabbrica di Karlsruhe, dell'anno 1895.

Sparando 10 colpi per ogni fucile si ottennero le seguenti *velocità a 25 m dalla bocca.*

		massima	minima	media
fucili spagnuoli	*m*	706	681	691,8
fucili tedeschi	»	703	672	691

La media delle velocità ottenute coi fucili spagnuoli si può dunque ritenere uguale a quella dei fucili tedeschi, però la regolarità fra i 50 colpi dei primi è indubbiamente migliore di quella dei 20 colpi eseguiti coi secondi (essendo la differenza fra le velocità massima e minima, di soli 24 *m* pei primi, e di 31 *m* pei secondi).

Esattezza del tiro. — Si sono eseguite due serie di 5 e 10 colpi, impiegando 5 Mauser spagnuoli, 5 Mauser tedeschi ed 1 Mauser belga. Il bersaglio (costituito da un rettangolo di carta avente 25 *cm* di altezza per 20 *cm* di larghezza, e quadrettato mediante righe distanti 1 *cm*), era collocato a 50 *m*; le armi erano disposte sopra un cavalletto da esperienze tedesco, la cui stabilità lasciava molto a desiderare.

Il risultato dei tiri ha dimostrato che il fucile spagnuolo è superiore a quello tedesco ed al belga, e la sua superiorità sarebbe stata maggiore dopo un leggiero spostamento, verso sinistra, della tacca di mira.

Ciò pel tiro eseguito a 50 *m*; pei tiri a 300 *m*, invece, le deviazioni verticali ed orizzontali notate sul bersaglio sono più piccole pei fucili stranieri che per quello spagnuolo; tuttavia per quest'ultimo il centro della rosa è più vicino al centro del bersaglio.

Tiro di guerra. — Per provare il regolare funzionamento dei meccanismi di caricamento, di chiusura, di estrazione, ecc., si sono eseguiti dei tiri celeri con 30 cartucce, servendosi di armi nelle quali eransi scambiati alcuni pezzi: si osservò che questo scambio non diminuiva menomamente la rapidità di tiro.

Prova d'ossidazione. — Per conoscere sino a quale punto poteva influire, sull'arma, l'ossidazione delle parti più importanti del meccanismo, si bagnarono con acqua acidulata al 2 °/₀ due fucili: uno spagnuolo ed uno tedesco. Dopo 18 ore essi erano coperti con un grosso strato di ruggine che aveva invaso l'interno della canna, la camera, la scatola di culatta e tutto il meccanismo: il fucile spagnuolo era maggiormente ossidato, non essendo ancora abbrunito.

In tali condizioni si eseguirono 5 colpi con ciascun'arma, e non si ebbe a notare difficoltà di sorta nel maneggio dei meccanismi.

Prova ordinaria di resistenza. — Cinque Mauser spagnuoli ed uno tedesco sono stati sottoposti ad una prova di resistenza, simile a quella che si eseguisce ordinariamente nella fabbrica, prima della brunitura dei pezzi. Si sono perciò sparati, con ogni arma, due cartucce cariche con 2,7 *g* di polvere Rottweil: la pressione interna oscillò fra 3900 e 4417 *kg* con una media di 4243 *kg* per cm^2.

Un esame minuzioso, eseguito dalla commissione, ha fatto conoscere che tutti i fucili avevano sopportato perfettamente questi tiri, e nessuna alterazione erasi prodotta nel meccanismo.

Prova straordinaria di resistenza. — Scelti, a caso, un fucile spagnuolo ed uno tedesco, vennero sparati con ciascuno di essi 6 colpi impiegando cartuccie cariche con 3 *g* di polvere Rottweil setacciata: questa carica produceva nella camera una pressione approssimativa di 6000 *kg* per cm^2.

I bossoli delle cartucce sparate aderivano fortemente alle pareti della camera e, per conseguenza, si provava una certa resistenza nell'aprire l'otturatore: nel 4° sparo col fucile spagnuolo, il fondello del bossolo si spaccò verso il mezzo, e nel 5° colpo col fucile tedesco, il bossolo si spaccò longitudinalmente.

Esaminate poscia le diverse parti delle armi, non si rinvenne nessuna rottura o guasto, salvo una semplice dilatazione di 0,05 *mm* nella camera, o più esattamente nell'alloggiamento dell'orlo della cartuccia.

Questa dilatazione è però inferiore al limite di tolleranza nella fabbricazione.

Brunitura. — La brunitura data al fucile tedesco è molto superficiale; la fabbrica di Oviedo l'ha ritenuta insufficiente ed ha preferito brunire più fortemente le armi da essa costruite. Il Mauser spagnuolo ha quindi una tinta nera, poco gradevole all'occhio, ma certamente di maggiore durata.

La commissione si è fatto in seguito mostrare vari pezzi d'arma non ripuliti, cioè come uscivano dalle macchine-utensili: dall'esame di questi pezzi è risultato che le macchine dànno un lavoro inappuntabile ed i pezzi lavorati sono senza difetti e con dimensioni invariabili.

Conclusioni. — Come è risultato dalle esperienze, la Commissione ha concluso che i Mauser fabbricati dalla casa Löwe di Berlino ed i 50 fucili sperimentati soddisfano a tutte le esigenze e corrispondono a tutte le speranze.

È dunque lecito ritenere che alla fabbrica d'armi di Oviedo verrà dato un avviamento normale in modo da aumentare fin che si può la sua produzione. In tal modo sarà possibile fornire a tutte le truppe delle spedizioni di Cuba e delle Filippine un fucile di un solo tipo, e togliere il grave inconveniente di avere in servizio tre calibri differenti: ed infatti nel l'isola di Cuba sono in servizio fucili Remington da 11 *mm* e fucili Mauser di due calibri più piccoli.

Inoltre la fabbrica d'armi di Oviedo sarà coadiuvata da quelle di Toledo e di Granata le quali stanno presentemente trasformandosi in modo da ricevere le macchine necessarie per la fabbricazione del nuovo fucile.

La commissione ha infine proposto al Ministero della guerra di far passare il più gran numero possibile di ufficiali per uno di questi tre stabilimenti, quando essi saranno in piena produzione.

p.

REGOLAMENTO SULL'ORGANIZZAZIONE E SUL FUNZIONAMENTO DEL SERVIZIO DELLA TELEGRAFIA DA CAMPO NELLE TRUPPE DI CAVALLERIA FRANCESE.

Questo Regolamento, che sostituisce quello del 9 febbraio 1889, ha la data del 14 maggio 1896. Noi riassumeremo le sue principali disposizioni, servendoci del testo pubblicato nel n. 19 del *Bulletin officiel du Ministère de la guerre*, al quale rimandiamo il lettore desideroso di maggiori particolari sopra tale importante argomento.

Il servizio della telegrafia da campo nelle truppe di cavalleria ha per iscopo di permettere a quest'arma di trar profitto dei diversi mezzi di

comunicazione rapida oggidì in uso (telegrafo elettrico, telegrafo ottico e telefono), per garantire la trasmissione delle informazioni raccolte o delle istruzioni date dal comando in capo.

Compiti di questo servizio sono:

1° stabilire, allorchè le circostanze lo permettono, le relazioni telegrafiche fra il generale comandante la cavalleria ed i quartieri generali, sia d'armata che di corpo d'armata, nel raggio dei quali la cavalleria opera;

2° concorrere, allorchè la rete delle linee telegrafiche lo permette, al collegamento dei principali scaglioni di cavalleria.

Perciò questo servizio utilizza le linee telegrafiche esistenti, e ripara (in caso di bisogno, e coll'aiuto del materiale di cui dispone o del filo trovato sul posto) le grandi linee telegrafiche parallele o trasversali, che possono permettergli di comunicare a tergo, o coi corpi vicini.

Col mezzo del filo che trasporta seco, ristabilisce, occorrendo, i tratti di linee asportati.

Allorchè il terreno lo consente, impiega gli apparecchi ottici per sussidiare le comunicazioni elettriche o sostituirle.

Organizzazione del servizio della telegrafia da campo.

Personale. — In ogni divisione di cavalleria la telegrafia da campo è posta sotto la direzione di un funzionario del servizio della telegrafia militare, il quale dipende direttamente dal capo di stato maggiore della divisione: nelle brigate di cavalleria il servizio della telegrafia da campo è alla dipendenza dei rispettivi comandanti.

Ogni reggimento di cavalleria ha 4 *telegrafisti*, cioè 1 maresciallo d'alloggio od 1 brigadiere (capo di laboratorio) e 3 cavalieri. Questo personale forma un laboratorio (*atelier*), al quale viene addetto un velocipedista. In ogni brigata uno dei capi di laboratorio dovrà avere il grado di sottufficiale.

Il reclutamento dei telegrafisti si fa tra i soldati che hanno seguito con buon esito un corso d'istruzione telegrafica presso la scuola d'applicazione di cavalleria, oppure fra i soldati che abbiano appartenuto all'amministrazione dei telegrafi e la cui istruzione tecnica sia riconosciuta sufficiente.

Allo scopo poi di avere un certo numero di *allievi telegrafisti*, ogni anno (dopo la chiamata della classe) il ministero fissa il numero dei soldati che ogni reggimento deve inviare alla scuola d'applicazione di cavalleria, per riceverví l'istruzione telegrafica. Questi soldati sono scelti fra quelli che, non avendo mai appreso il maneggio degli apparecchi, posseggono buona vista e dimostrano, mediante esame, di avere un'istruzione generale sufficiente.

Inoltre, i militari già telegrafisti dello Stato, assegnati ai reggimenti di cavalleria, devono, nel loro primo anno di servizio, seguire alla detta scuola un corso di telegrafia militare, formando ivi una divisione speciale: di questa fa anche parte un certo numero di militari istruiti anteriormente alla loro entrata in servizio ed esercitati negli uffici telegrafici della guarnigione, dopo il loro arrivo al corpo.

I telegrafisti effettivi devono lavorare negli uffici della guarnigione: il tempo di presenza di ciascuno di essi in questi uffici deve essere di 36 ore, almeno, per mese.

Come segno distintivo, i telegrafisti portano dei fulmini ricamati sulla manica sinistra: questi fulmini, del modello usato nel servizio della telegrafia militare, sono di lana rossa pei brigadieri e cavalieri, e di argento e seta azzurra pei sottufficiali.

Materiale. — Il materiale adoperato pel servizio della telegrafia da campo comprende:

1° il materiale dei laboratori reggimentali;

2° il materiale speciale di brigata.

L'Istruzione ministeriale del 14 maggio 1896, relativa alla composizione, al trasporto ed alla manutenzione del materiale del servizio della telegrafia da campo, determina la composizione del caricamento assegnato ad ogni unità.

In questo materiale sono compresi apparecchi ottici, apparecchi leggeri di trasmissione (*parleurs*, vibratori, o microfoni), posti telefonici muniti di telefono Aubry, apparecchi Morse da campo, fili da campo, stampati e oggetti di cancelleria.

Ogni brigata dispone di una vettura ad un cavallo pel trasporto del materiale reggimentale e del materiale speciale di brigata.

Ogni anno, il ministero fa verificare il materiale in deposito nei reggimenti di cavalleria, da un capitano del genio specialmente incaricato di questa missione. Quest' ispezione ha per scopo di verificare lo stato del materiale mediante l'esame particolareggiato di ogni singolo pezzo dei diversi oggetti Egli esamina pure i locali ove è depositato il materiale, ma solamente sotto l'aspetto dell'influenza che può avere il loro stato, relativamente alla conservazione del materiale stesso.

Funzionamento del servizio della telefonia da campo in guerra.

Nelle marce e nelle operazioni, i telegrafisti stanno d'ordinario col grosso delle truppe riuniti per brigata od anche per divisione. Per regola generale, le vetture della telegrafia leggiera marciano incolonnate alla testa dell'ambulanza della divisione di cavalleria.

Durante il combattimento i telegrafisti sono raggruppati collo scaglione combattente del carreggio.

Allorchè le truppe di cavalleria si fermano, il servizio della telegrafia leggiera impianta le comunicazioni elettriche ed ottiche che gli è possibile di stabilire coi quartieri generali dell'armata o del corpo d'armata, e quelle comunicazioni che gli permettono di concorrere al collegamento dei principali scaglioni della cavalleria. Si utilizzano le linee telegrafiche ancora esistenti, riparandole in caso di bisogno. Si impiantano stazioni ottiche sui punti dominanti posti nelle vicinanze; l'attenzione delle stazioni corrispondenti è richiamata, occorrendo, ad un'ora già convenuta, dalla stazione centrale della divisione, col mezzo di stelle bianche o rosse lanciate da pistole per segnalatori.

Nei movimenti verso il nemico, il servizio della telegrafia da campo raccoglie, durante la marcia stessa, informazioni sullo stato delle linee e degli uffici telegrafici delle regioni attraversate.

In ogni divisione o gruppo di divisioni, il funzionario del servizio della telegrafia militare, addetto allo stato maggiore, rettifica e tiene al corrente, durante l'avanzata, la carta della rete telegrafica del paese. Egli trasmette poscia le informazioni che riceve agli stati maggiori interessati.

In paese nemico, si assegnano dei cavalieri telegrafisti per accompagnare gli ufficiali incaricati di sorprendere o di riconoscere un ufficio telegrafico. I sottufficiali o brigadieri telegrafisti possono essere incaricati di eseguire questa sorpresa, col personale da loro dipendente.

La sorpresa di un posto telegrafico può permettere di impossessarsi di documenti di una grande importanza: si deve specialmente far ricerca delle istruzioni scritte, lasciate nell'ufficio, che rivelino notizie sulle operazioni o sui movimenti progettati dal nemico; si deve portare l'attenzione sugli archivi della giornata o dei giorni precedenti, sugli originali dei telegrammi in partenza, sul registro d'iscrizione dei telegrammi al momento della consegna, sulle striscie di carta telegrafica, ed infine sulle ricevute che comprovino la consegna dei telegrammi ai loro destinatari. L'esame delle striscie e delle ricevute dei dispacci farà conoscere i luoghi d'origine e i destinatari.

Appena giungono in un ufficio telegrafico nemico, i cavalieri telegrafisti fanno subito interrompere ogni lavoro di trasmissione; essi lasciano invece svolgere le striscie sulle quali si stanno ricevendo dispacci dagli uffici corrispondenti.

La distruzione degli uffici abbandonati e delle linee telegrafiche non deve eseguirsi che dietro ordine formale dei generali comandanti l'armata, o la cavalleria indipendente, o (in casi speciali) del comandante del corpo d'armata.

Una stazione telegrafica può essere posta momentaneamente fuori servizio distruggendo le comunicazioni interne, il filo di terra, le pile, ecc. Per renderla più radicalmente inutilizzabile è necessario smontare e to-

gliere gli apparecchi di trasmissione. In mancanza di tempo o di mezzi per effettuare questa operazione, si rompono le elettro-calamite, oppure si taglia profondamente il filo avvolto sui loro rocchetti.

Una linea s'interrompe tagliando il filo in molti punti ed asportandone, di tanto in tanto, qualche metro; avendo tempo e mezzi disponibili si tagliano alcuni pali rasente terra, e si rovesciano, quindi si rompono il filo e gli isolatori: i pali si segano in piccoli pezzi o si abbruciano.

Allorchè il tempo manca, si mettono le linee telegrafiche fuori servizio facendovi dei semplici guasti accuratamente dissimulati. Si possono fare derivazioni servendosi di filo sottile nascosto dietro ai pali o introdotto nelle fessure dei medesimi.

Per distruggere una linea sotterranea di cui non si conosce il percorso, si comincia col cercare il cavo conduttore, eseguendo trincee trasversali sufficientemente profonde; il conduttore viene poscia tagliato o distrutto colla dinamite: potendo, se ne toglie una parte e si nasconde, qualora essa non possa trasportarsi.

Le cassette di raccordamento hanno una grande importanza: distruggendole si sopprime d'un tratto ogni comunicazione coi fili aerei o sotterranei che vi fanno capo.

Una delle cure costanti del servizio della telegrafia da campo sarà di mantenere le comunicazioni colle armate o coi corpi d'armata che seguono la cavalleria.

A tale scopo, di mano in mano che si avanza, si dovrà sempre cercare di mantenere in buono stato, riparandola al bisogno, qualche linea fissa che segua l'andamento delle grandi strade di comunicazione o delle vie ferrate: l'esperimento sullo stato di questa linea sarà fatto successivamente ad ogni fermata, durante la marcia avanti.

In mancanza di linee elettriche si cercherà di stabilire le comunicazioni colle truppe retrostanti, impiegando gli apparecchi ottici delle divisioni di cavalleria. *p.*

IMPIEGO DEL FOTOCRONOGRAFO PER MISURARE LA VELOCITÀ DEI PROIETTI NELL'INTERNO DELL'ANIMA.

Questa *Rivista* (1) ha già dato notizia degli esperimenti compiuti in America per misurare la velocità dei proietti durante la traiettoria mediante il fotocronografo ideato dai signori Crehore e Squier, che permette di evitare qualunque spostamento di corpi pesanti ed ogni magnetizzazione di masse di ferro.

(1) V. anno 1896, vol. II, pag. 46, dispensa di aprile: *Fotocronografo Crehore e Squier, fondato sull' impiego della polarizzazione rotatoria magnetica.*

Gli stessi sperimentatori immaginarono di applicare il fotocronografo alla misura della velocità dei proietti nell'anima, nonostante la maggior difficoltà che questi nuovi esperimenti dovevano presentare, a causa della brevità del percorso, durante il quale era necessario ottenere il maggiore numero possibile di osservazioni. Con qualche modificazione introdotta nel fotocronografo, essi hanno ottenuto dei primi risultati già notevoli e si propongono, perfezionando ancora i metodi di misura e di osservazione, di ottenerne altri che fornirebbero dati assai utili per gli studi di balistica interna.

Riportiamo perciò dal *Génie civil* un riassunto della particolareggiata relazione che gli autori hanno pubblicata nel *Journal of the United States Artillery*.

I perfezionamenti introdotti nel fotocronografo ebbero specialmente per scopo di renderne l'impiego più pratico e più sicuro, aumentando l'ampiezza e la chiarezza delle tracce luminose sulle lastre sensibili.

Come sorgente luminosa, gli inventori adottarono una lampada Colt che, combinata con un opportuno sistema di lenti, diede risultati migliori e fu trovata più comoda della luce solare prima adoperata. Questa lampada potè dare, oltre al raggio luminoso che traversava il solfuro di carbonio, anche il raggio secondario che, per mezzo delle vibrazioni di un diapason, serviva a misurare la velocità della lastra sensibile.

La sistemazione del diapason fu inoltre modificata in modo che contribuì notevolmente all'esattezza dei risultati ottenuti; fra gli altri perfezionamenti merita di essere menzionato il metodo di trasmissione del raggio luminoso. Alla branca vibrante del diapason è applicata una piccola lastra di alluminio disposta nel fuoco di una lente convergente che vi concentra i raggi luminosii: essa forma così uno schermo che intercetta la luce; un sottile fascio luminoso dopo avere attraversato un foro, di 1 *mm* di diametro della lastra d'alluminio, passa per una seconda lente e va a formare sulla lastra sensibile una traccia brillante e ingrandita di 6 *mm*, le cui ondulazioni permettono di misurare con grande precisione la velocità della lastra stessa.

Alla sommità dell'ogiva del proietto, al posto della spoletta, è fissata una leggera asta di legno (rappresentata nella fig. 1ª) lunga abbastanza per sporgere fuori della bocca del pezzo. Lungo l'asta si trova una serie di manicotti metallici: quando il colpo parte, l'asta è spinta innanzi insieme col proietto e i diversi manicotti passando uno dopo l'altro a contatto di un punto fissato e preparato fuori della bocca, stabiliscono successivamente altrettanti contatti elettrici; l'esperimento consiste nel determinare con esattezza l'istante preciso in cui avvengono i successivi contatti, utilizzando la rottura di una corrente elettrica per mettere in azione il fotocronografo, in modo analogo a quanto era già stato fatto per misurare le

velocità durante la traiettoria: se ne deduce così la durata del tempo impiegato a percorrere i diversi spazi eguali agli intervalli fra i manicotti e per conseguenza la velocità in quei successivi istanti.

La corrente elettrica, le cui interruzioni servono alla misura, passa dal cannone al proietto e quindi ai manicotti per mezzo di un filo di rame unito al bocchino del proietto e incastrato in una scanalatura dell'asta di legno; esso è isolato con cura per impedire che si formino altri contatti elettrici oltre quelli che avvengono pei manicotti. Fuori della bocca del pezzo, ma concentrico all'anima, si trova un anello metallico, isolato dal cannone, entro il quale passa ad attrito continuo l'asta che è fissa al proietto: quando a contatto dell'anello si trova la parte in legno dell'asta, il circuito è interrotto; quando invece vi passa uno dei manicotti, essa è ristabilita e la corrente può essere trasmessa all'apparecchio registratore.

Le fig. 2ª e 3ª rappresentano i particolari della disposizione dell'anello. Una specie di cerchio di legno *A A* è fissato alla volata in modo da non muoversi per effetto dello sparo: esso presenta quattro spaccature disposte secondo raggi ad angolo retto entro le quali sono incastrate le alette di acciaio *C*; a ciascuna di queste è unita, mediante chiavarde, una spranghettina *E*, che alla sua estremità libera presenta un incavo ad arco di circolo col quale si trova a contatto dell'anello metallico: le spranghette *E* portano uno feritoia longitudinale per mezzo della quale possono esser fatte scorrere in modo da centrare esattamente l'anello stesso: questo si trova così disposto e fissato a qualche distanza dalla bocca del pezzo, ed è intieramente isolato per effetto del cerchio di legno.

L'anello è formato da una verga di ottone del diametro di circa 6 *mm* piegata secondo una circonferenza che ha 44 *mm* di diametro interno. Internamente ad esso sono disposti dei fili di ottone del diametro di 1,2 *mm*, che formano come altrettante molle lunghe 12 *mm* e servono ad assicurare un attrito continuo sull'asta di legno, determinando il contatto elettrico quando uno dei manicotti passa attraverso l'anello. Mediante questa disposizione, la resistenza al movimento dell'asta è ridotta al minimo, e al tempo stesso è assicurata l'istantaneità necessaria nelle interruzioni e nei successivi ristabilimenti del circuito.

Nonostante queste precauzioni però, nei diversi esperimenti eseguiti avvenne sempre che, all'atto dello sparo, l'asta si ruppe circa a metà lunghezza e in conseguenza il movimento del proietto potè essere studiato soltanto nei primi 72 *cm* del suo percorso, mentre la lunghezza totale dell'anima a partire dalla camera era di 1,844 *m*.

In quel breve percorso corrispondente alla durata di $^5/_{4000}$ di secondo si poterono talvolta eseguire fino a 7 osservazioni: alcuni degli intervalli fra due osservazioni successive furono soltanto di $^5/_{40\,000}$ di secondo, corrispondenti ad uno spazio percorso di 3,8 *cm*. La fig. 4ª, che rappresenta una delle negative ottenute in queste esperienze, paragonata colla fig. 5ª

relativa ad una misura di velocità eseguita invece durante il percorso della traiettoria esterna, dà idea della maggiore difficoltà e delicatezza di queste esperienze.

Siccome tutte le esperienze dovevano servire a determinare il tracciamento di un'unica curva che mostrasse la relazione fra i tempi e gli spazi percorsi, si cercò di ottenere per questa curva il maggiore numero di punti e che essi fossero disposti in modo da fissarne con esattezza l'andamento; bastava per questo determinare convenientemente nelle successive esperienze la posizione dei manicotti di rame e si cercò di disporli in modo da ottenere dei punti corrispondenti ad intervalli regolari di tempo. In base a questo criterio, le posizioni dei manicotti furono calcolate per mezzo delle curve rappresentanti il movimento del proietto ottenute dalle prime esperienze e furono riportate sull'asta di legno con l'approssimazione di un decimo di millimetro.

Lo specchio contenuto nella pagina seguente indica i risultati ottenuti in 5 delle esperienze eseguite, numerate dal 5 al 9; gli stessi risultati sono rappresentati graficamente nella fig. 6ª dove le ascisse indicano i tempi in decimi di secondi e le ordinate gli spazi percorsi dal proietto in *cm*. I punti ricavati dall'esperienza sono segnati con +.

Gli sperimentatori cercarono di stabilire una formola algebrica che esprimesse i risultati ottenuti e riconobbero come, entro i limiti di questi, le curve tracciate potevano esser rappresentate da una parabola. Nella fig. 7ª dove sono riportati i punti corrispondenti ai risultati delle esperienze è tracciata una parabola, curva (I), avente per equazione:

$$s = 24300\ (t + 0{,}000575)^2$$

Come apparisce dal disegno. le differenze fra i punti realmente osservati e la parabola calcolata sono insignificanti e possono venire praticamente trascurati, ciò che permette di esprimere il movimento del proietto con una legge relativamente semplice.

Nella figura stessa si trovano tracciate altre due curve dedotte dalla precedente: una, segnata con (II), rappresenta la velocità in funzione del tempo: è una retta avente per equazione

$$v = \frac{ds}{dt} = 48\,600\ t + 27{,}945$$

quella segnata con (III) rappresenta la velocità in funzione dello spazio: la sua equazione

$$v^2 = 972\ s$$

è ottenuta eliminando t fra le due precedenti: l'accelerazione

$$a = \frac{dv}{dt} = 48\,600$$

è una costante e sarebbe rappresentata da una parallela all'asse delle ascisse.

Numero d'ordine dei colpi	Peso del proietto kg	Peso dell'asta di legno kg	Peso totale kg	Peso della carica kg	Velocità angolare ω della lastra sensibile (gradi percorsi in 1')	Numero d'ordine delle osservazioni	Spazio percorso dal proietto cm	Spazio angolare θ percorso dalla lastra sensibile gradi	Tempo in secondi $\left(\frac{\theta}{\omega}\right)$
5°	—	—	6,911	1,420	5933	1	3,81	5 433	0,000916
						2	10,19	10,744	0,001811
						3	19.09	16,079	0,002710
						4	31,14	21,114	0,003559
						5	48.94	26,011	0,004384
						6	71,80	31,917	0,005080
6°	5,042	1,365	6,407	1,406	6131	1	3,85	5,278	0,000861
						2	9,60	9,439	0,001540
						3	17,80	13,386	0,002183
						4	28,00	17,994	0.002935
						5	40,77	22,798	0,003719
						6	57,30	27,717	0,004521
7°	—	—	6,833	1,420	5940,8	1	3,81	4,472	0,000753
						2	9,60	9,366	0,001577
						3	17,86	14,105	0,002374
						4	27,90	17,955	0,003022
						5	40,66	21,952	0,003695
						6	57,15	26,239	0,004417
8°	5,046	1,419	6,846	1,420	5883,4	1	3,40	4 222	0,000718
						2	8,90	7,392	0,001256
						3	16,40	10,903	0,001853
						4	26,35	15,031	0,002555
						5	39,40	19,261	0,003274
9°	5,051	1,860	6,911	1,420	5514,8	1	5,80	5,499	0,000997
						2	13,85	10,341	0,001875
						3	23,86	13,746	0,002493
						4	35,85	17,794	0,003227
						5	49,82	21,553	0,003908
						6	65,80	25,548	0,004633

Le esperienze eseguite mostrerebbero dunque che nella parte studiata del percorso il movimento del proietto è uniformemente accelerato: è evidente però che questa conclusione non sarebbe più esatta se si volesse estenderla alle estremità del percorso e specialmente ai dintorni del punto di partenza, tanto più nel caso delle polveri a viva combustione, le quali producono bruscamente una pressione considerevole che poi si abbassa anche rapidamente: forse con le polveri lente le differenze sarebbero meno sensibili. Si vede d'altronde dalla figura stessa che la curva parabolica corrispondente allo spazio in funzione del tempo prende origine a sinistra dal punto 0 che rappresenta il punto di partenza del proietto; vi è dunque evidentemente una anomalia da cui si deduce come la legge parabolica non può applicarsi nella prima parte del percorso e che occorre sostituirla con un'altra curva per raccordare la parabola al punto di partenza: nella figura si trova tracciata a punti la curva proposta dagli autori.

Lo studio di questa curva di raccordamento e delle sue derivate se potesse eseguirsi con sicurezza presenterebbe una importanza particolare poichè è ad un punto del loro sviluppo che corrisponde la pressione massima. Il valore di questa, che equivale approssimativamente all'accelerazione, è espresso da $\frac{dv}{dt}$ e quindi corrisponde alla tangente dell'angolo che fa con l'asse della ascisse la tangente alla curva N. 2: siccome il tratto punteggiato di questa curva parte da 0 tangenzialmente all'asse delle ascisse per venire a raccordarsi alla retta rappresentata dall'equazione $v = \frac{ds}{dt}$, prima del primo punto osservato, essa passa necessariamente per un punto di inflessione nel quale la tangente raggiunge il suo valore massimo: se questo punto fosse conosciuto con esattezza, si potrebbe dedurre esattamente il valore della pressione massima. Disgraziatamente la prima parte del percorso il cui studio sarebbe così importante è tanto breve che riesce difficilissimo ottenere in essa dei punti d'osservazione; pure gli autori non ritengono impossibile il riuscirvi in ulteriori esperienze.

Le curve punteggiate disegnate nella fig. 7ª corrispondono ad un valore massimo della pressione di 34 000 libbre, pressione che fu indicata dagli apparecchi crusher: anche ammettendo che questo valore sia esagerato come avviene nel caso di combustione istantanea o quasi, si può sempre affermare con sicurezza che il valore massimo effettivamente raggiunto dalla pressione era di assai superiore a quello trovato nella parte del percorso in cui furono eseguite le esperienze e che raggiungeva appena 11 a 12 000 libbre.

Gli sperimentatori cercarono infine di verificare se le velocità determinate entro l'anima del pezzo corrispondevano a quelle misurate dopo

che il proietto era uscito dalla bocca. Riuscì praticamente impossibile di misurare queste due serie di velocità in una stessa esperienza, poichè l'asta di legno fissata anteriormente al proietto avrebbe avuto influenza sui risultati ottenuti fuori del pezzo; furono invece eseguite alcune prove con proietti zavorrati, pesanti quanto quelli adoperati nel corso delle esperienze.

Nel caso del colpo N. 7 per es., la velocità alla bocca dedotta dalla formola sarebbe stata di 446 *m* al secondo: la velocità misurata a 7,5 *m* dalla bocca risultò di 469,7 *m*: tenendo conto del fatto già verificato nelle prime esperienze, che la velocità del proietto aumenta di 10 a 12 *m* nei primi 2 *m* del suo percorso a partire dalla bocca, si può dedurre che il proietto al suo uscire dall'anima doveva avere una velocità più vicina a $446 + 11 = 457$ *m* che a 469,7: se ora si tien conto anche delle differenze di velocità che possono verificarsi fra due colpi benchè sparati in condizioni identiche, si può dedurre che l'esperienza ha confermato l'attendibilità della formola teorica.

Al termine della loro relazione, gli autori esprimono l'intenzione di riprendere le esperienze con un apparecchio perfezionato che, secondo quanto sperano, permetterà di estendere le osservazioni all'intero percorso del proietto nell'anima.

P

PLANIMETRO-SCURE PERFEZIONATO DI KILBURNE SCOTT.

Il planimetro-scure o *planimetro a stanga*, ideato fin dal 1875 dal capitano danese Prytz, e già descritto in questa *Rivista* (1), ha alcuni difetti di carattere fisico, che sono stati probabilmente la causa degli appunti vaghi ed erronei, che furono fatti allo strumento per rispetto alla sua esattezza teorica. Si comprende quindi come sia nata l'idea di modificare la forma originaria di questo strumento (fig. 1ª), e come siasi cercato di perfezionarlo, complicandone alquanto la costruzione, senza fargli perdere tuttavia la sua caratteristica principale: quella, cioè, di essere il più semplice degli strumenti di misura delle aree.

Il tipo perfezionato, costruito da Kilburne Scott e descritto nell'*Engineering*, elimina tutti gli inconvenienti del planimetro-scure originale, onde riteniamo utile farne i seguenti cenni.

Come si scorge dalle fig. 3ª, 4ª e 5ª, lo spigolo a scalpello della scure è sostituito da una ruota *A* di acciaio temprato, con orlo a coltello. Ciò

(1) Anno 1896, vol. I, pag. 209; (dispensa di febbraio).

è stato fatto perchè, se il taglio della scure è molto affilato, esso è soggetto a tagliare o striare la carta, e d'altra parte se esso è ottuso, va soggetto a scorrere in senso laterale. La ruota può avere un orlo assai affilato e siccome essa gira con leggerissimo attrito, l'operatore non è esposto ad urtare o scuotere lo strumento durante i movimenti di primo distacco od i movimenti successivi.

Per evitare che lo strumento si inclini lateralmente, cosa facile a verificarsi colla forma ordinaria, una piastrina piana di celluloide *C*, con un piccolo foro *D* nel suo centro, è usata come punta tracciante. La piastrina è premuta in piano contro la carta per mezzo del pollice della mano destra dell'operatore, il quale pollice appoggia leggermente sulla sporgenza *B*, e così la parte rimanente della mano risulta fuori della via percorsa dallo strumento. Lo strumento rimanendo per costruzione sempre in un piano verticale, ne deriva poi che l'operatore può concentrare tutta la sua attenzione nel seguire colla punta il contorno dell'area, onde il risultato della misurazione diventa più preciso

Per meglio mostrare il modo di adoperare lo strumento, supponiamo che si debba ottenere la misura dell'altezza media di una coppia di diagrammi di indicatore (fig. 6ª).

La coppia di diagrammi viene collocata sopra un pezzo di carta fina e resistente, e poscia si traccia la retta *R S T* passante pel centro *S* di gravità, giudicato ad occhio nel modo più approssimato. La testa scorrevole portante la rotella *A* viene mossa lungo la stanga *J*, in modo che la lunghezza del planimetro risulti doppia della lunghezza *R T* dei diagrammi, e lo strumento è quindi collocato in guisa da trovarsi all'incirca ad angolo retto rispetto alla *R T*, colla punta tracciante *M* diretta verso il centro di gravità *S*.

Col pollice della mano sinistra si preme leggermente sulla testa scorrevole, affinchè la rotella *A* incida un leggiero intaglio *P* sulla carta distesa sopra la tavoletta su cui si opera. In seguito la punta tracciante viene condotta sulla linea *S R* e sul contorno di un diagramma nel modo ordinario e seguendo la direzione rappresentata dalla freccia *a*, finchè siasi nuovamente raggiunto il punto *S*. Si continua poi lungo la retta fino a *T*, e si prosegue sul contorno dell'altro diagramma, seguendo la freccia *b* ed arrestandosi in ultimo al punto *S*. Un'altra impronta *Q* viene segnata sulla carta.

Se il centro di gravità è stato preso con una certa esattezza, la distanza *P Q*, misurata sull'arco di centro *S*, è l'altezza media della coppia di diagrammi.

Allo scopo di evitare l'errore dovuto al non avere determinato il centro di gravità con sufficiente esattezza, si mantiene lo strumento in posizione, e, dopo aver premuto la punta *M* attraverso al foro *D* ed alla carta sottostante, si inverte il diagramma, facendolo girare in piano attorno al

punto *S*, finchè abbia una posizione uguale a quella segnata con linea punteggiata (a sinistra della fig. 6ª). Se ora si fa percorrere alla punta tracciante la periferia nella direzione delle freccie punteggiate, la posizione dell'intaglio finale può risultare ad esempio in *O*, e si prende per altezza del diagramma la media delle lunghezze degli archi *O Q*, *P Q*.

La traccia segnata dallo spigolo a coltello della ruota *A* è impercettibile all'occhio, ma ha approssimativamente la forma rappresentata alla destra della fig. 6ª.

L'assumere la distanza fra gli intagli (misurandola coi metodi ordinari sull'arco) non è cosa facile, onde le letture ottenute con un planimetro dell'antica forma non erano sempre esatte. Questa difficoltà si è eliminata nel planimetro Scott col mezzo delle piccole ruote dentate *E*, *F* e dei dischi registratori *G* e *G'* (fig. 2ª a 5ª). Si noti perciò che, mentre si fa muovere lo strumento sul contorno del diagramma, tenendolo nello stesso tempo in un piano verticale, la ruota *E* si trova ad una piccolissima distanza dalla carta, come si vede nella fig. 5ª.

Dopo che sono stati fatti i due intagli, che rappresentano la prima e l'ultima posizione della ruota a coltello *A* sulla carta, e mentre la punta tracciante è tenuta ferma sul centro di gravità, lo strumento viene leggermente inclinato fino a che la ruota *E* appoggi sulla carta. Servendosi dell'appoggio dato da questa ruota, lo strumento viene ricondotto nella posizione iniziale; in tale movimento la ruota *E* percorre uno spazio uguale al valore dell'arco da misurarsi e questo esatto valore è letto, per mezzo dell'indice *H*, sul contorno del disco *G'*. Per rendere possibile la lettura, anche a distanza, le faccie dei dischi registratori sono di metallo bianco, e le linee di graduazione sono profonde e nere

Lo strumento è munito di barre d'alluminio con giunti esatti una delle quali è rappresentata con linee punteggiate in *K* (fig. 4ª). Esse permettono di poter misurare le grandi aree, p. es., le mappe catastali, colla stessa speditezza con cui si misura un diagramma indicatore.

Per trovare il valore di un'area, dopo aver contornata una volta la figura nella stessa direzione, si moltiplica la distanza fra i due intagli per la distanza della testa mobile dalla punta tracciante; ovvero, se il contorno è stato percorso due volte, soltanto per la semidistanza suddetta.

Da quanto precede risulta che il nuovo planimetro:

1° è molto semplice; non ha pesi staccati, nè parti che si possano facilmente perdere;

2° fornisce direttamente le misure mediante lettura sul disco registratore;

3° è di uso molto facile, ed essendo molto piccolo può essere facilmente portato in tasca;

4° per mezzo di barre d'allungamento può dare la misura di aree molto grandi;

5° è altrettanto esatto quanto il planimetro di Amsler.

PLANIMETRO-SCURE PERFEZIONATO

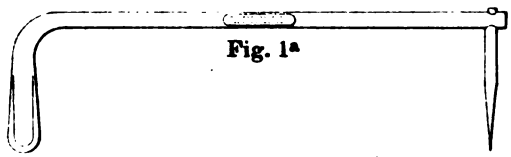


Fig. 1ª

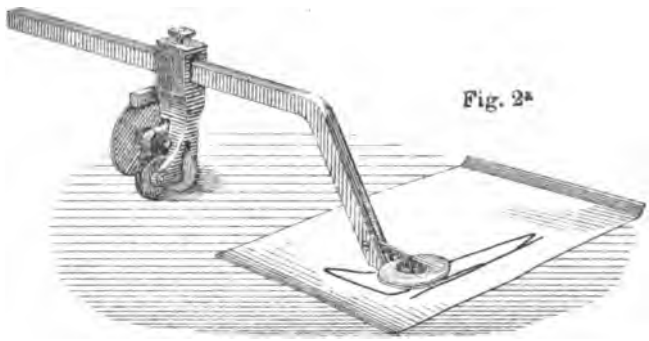


Fig. 2ª

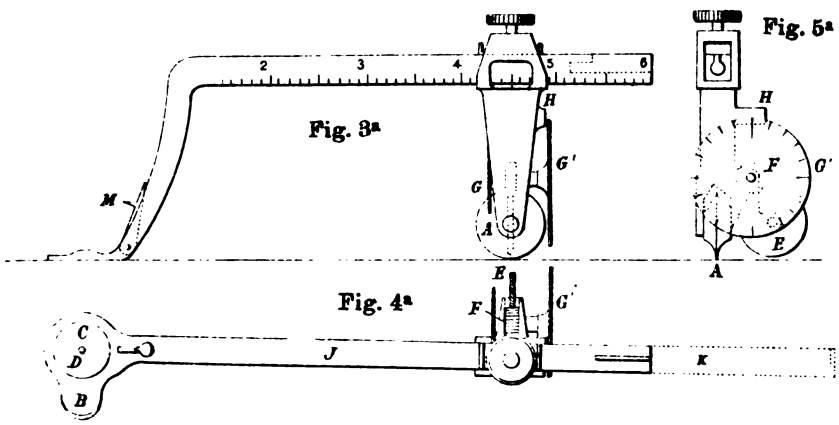


Fig. 3ª

Fig. 4ª

Fig. 5ª

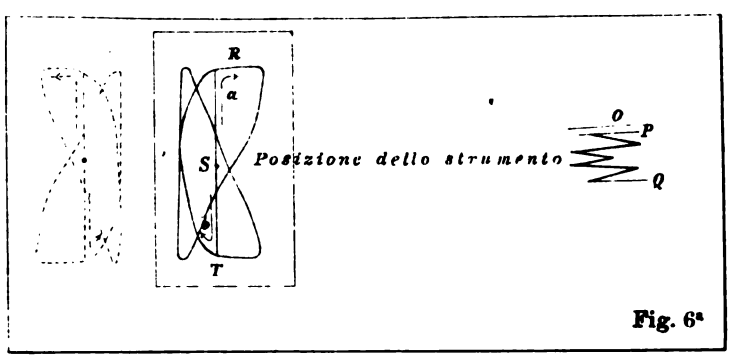


Fig. 6ª

Laboratorio fot. litografico del Ministero della

Per la teoria dello strumento, Prytz ha stabilito la seguente equazione:

$$S = d \times l \times \left(1 - \frac{r^2}{4\,l}\right)$$

dove:

S è l'area della figura in cm^2;

d è la distanza fra gli intagli in cm, o se si fanno due letture è la media delle medesime;

l è la lunghezza, in cm, dello spazio compreso fra la testa mobile e la punta tracciante, lunghezza che è indicata sulla stanga del planimetro.

r è il raggio medio della figura.

Da molte misure fatte è risultato che, per i diagrammi di indicatore il termine di correzione $\left(\text{cioè } \frac{r^2}{4\,l}\right)$ è troppo piccolo per avere un'influenza sensibile È soltantò nelle aree molto grandi rispetto alla lunghezza dello strumento che questa termine incomincia ad essere abbastanza forte per influire sui risultati. Nel planimetro Scott, a ciò è provveduto colle barre di allungamento, e per mezzo di esse è facile tenere la lunghezza della stanga non inferiore al doppio della massima dimensione della figura. Le figure molto irregolari si trattano meglio suddividendole in altre figure, e calcolando queste separatamente, nel solito modo.

Quando, ad esempio, la massima dimensione della figura è uguale alla metà della lunghezza del planimetro, r essendo minore di $^1/_4\,l$, la correzione $\frac{r^2}{4\,l} \times d \times l$ è minore di $\frac{1}{64} \times d \times l$ cioè di $\frac{1}{64}$ dell'area da misurarsi. Si noti poi che l'errore può rendersi ancora minore col tenere la lunghezza della stanga uguale a 3 o 4 volte la dimensione massima della figura.

p.

PROGRESSI NELLA FABBRICAZIONE DEGLI ESPLOSIVI.

Riportiamo dall'*Industria*, le seguenti informazioni circa la fabbricazione degli esplosivi, che quel periodico toglie dalla *Chemiker-Zeitung*.

Poichè la stabilità delle polveri senza fumo è condizione indispensabile, importava indagare se la nitroglicerina è soggetta col tempo a perdere di peso. L'esperienza ha provato che la balistite che contiene il 40 % di nitroglicerina, può essere esposta per parecchie settimane a temperatura di 20°-40° C. senza che se ne volatilizzi traccia sensibile, purchè l'ambiente sia secco. Ciò spiega come le munizioni della marina si con-

servino inalterate anche nei climi più torridi. Il modo di comportarsi è alquanto differente nell'aria umida ed allorchè lo stato dell'atmosfera è soggetto a variare, poichè il vapor d'acqua serve da veicolo per la volatilizzazione e può accadere che col tempo il contenuto di glicerina scompaia pressochè completamente.

L'esperienza seguente del signor Balduino Wehrhahn merita di essere riferita: 30 *g* di balistite, in cubi di 1 *mm* di lato, vennero distribuiti in sottili strati sopra un piatto di vetro ed abbandonati per 48 ore in un ambiente la cui temperatura era di 20° C. e lo stato igrometrico 90 %. La polvere resa umida venne pesata e posta per altre 48 ore in una cameretta asciutta riscaldata a 40° C., poi raffreddata a 30° C., e di nuovo pesata. Ripetendo codesti assaggi a intervalli, si trovò che dopo 6 mesi la polvere aveva perduto oltre $^1/_4$ della nitroglicerina e cioè:

Perdita %	dopo settimane	Perdita %	dopo settimane
2,17	3	11,03	24
3,90	6	12,23	27
5,13	9	13,47	30
6,53	12	14,70	33
7,47	15	15,43	36
8,03	18	16,00	39
9,80	21	16,50	42

La fabbrica di prodotti chimici Griesheim di Francoforte, che ha introdotto l'uso del trinitrotoluolo mescolato all'acido picrico come polvere di mina, ha per lo stesso scopo ottenuta la privativa per l'impiego dell'acido trinitrobenzoico.

La Rheinisch-Westfälische Sprengstoff-Actien-Gesellschaft a Colonia ha proposta una nuova materia esplosiva la nitropentaeritrite, che è l'etere nitrico dell'alcool quadrivalente eritrite, assai più stabile dei composti analoghi fino ad ora conosciuti e caratterizzato da ciò che non si lascia saponificare neppure dalla potassa bollente. La eritrite è un prodotto di condensazione dell'aldeide formica coll'aldeide acetica per l'azione della calce, che ridotto in polvere si converte nell'etere nitrico, sciogliendolo nell'acido nitrico e precipitandolo coll'acido solforico concentrato.

La nitropentaeritrite, mescolata a pirossilina e ridotta allo stato pastoso mediante aggiunta di etere acetico o di acetone, serve a produrre una polvere senza fumo che vuolsi abbruci meno repentinamente di quelle che contengono nitroglicerina.

Per evitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di quest'ultimo esplosivo, che si verificano sulle pareti dei cannoni, Maxim e Schüpphaus di New York preparano la polvere senza fumo con pirossilina al massimo grado di nitrazione per ridurre la proporzione di nitroglicerina a quella

strettamente necessaria per compensare la deficienza di ossigeno. I componenti sono perciò modificati nel modo seguente:

nitrocelluloso con 13 % di azoto	90 %
nitroglicerina	9 »
urea	½ a 1 »

La miscela, resa plastica coi noti solventi, viene trasformata in cilindri che vengono perforati nel senso della lunghezza. In tal modo la superficie che si incendia aumenta progressivamente durante lo scoppio, sicchè la pressione iniziale rimanendo diminuita. si utilizza meglio l'energia sviluppata aumentando la velocità del proietto.

Per abbassare la temperatura dei gas, che si rendono liberi nella esplosione delle polveri che contengono nitroglicerina, R. E. Brown e C. O. Lundholm ricorrono all'aggiunta di guttaperca, gomma gutta, balata e del sugo concentrato dell'althonia scholaris, in sostituzione della canfora, vaselina, paraffina, fino ad ora impiegate.

Nelle discussioni avvenute durante il processo per contravvenzione al diritto di privativa intentato dalla società Nobel al governo inglese, non poterono sottrarsi al dominio pubblico importanti particolari sulla fabbricazione e proprietà della cordite. Degne di nota sono le comunicazioni intorno all'azione che esercita la presenza della vaselina, la quale ha per iscopo di evitare la corrosione delle canne dei fucili. Secondo le ricerche di Ristori e Macnab, una miscela di 40 % di nitrocellulosio e 60 %, di nitroglicerina sviluppa 1467 calorie, mentre ad eguale titolo di nitroglicerina e con 35 %, di nitrocellulosio e 5 % di vaselina sviluppa solo 1280 calorie per *g*. Quantunque sia notevole l'abbassamento di temperatura indotto, ciò non esclude che la cordite sia immune dal difetto sopraccennato. Sembra anzi che i lamenti a questo riguardo abbiano destato qualche preoccupazione ed indotto a diminuire il contenuto di glicerina.

Per rendere più facile la dosatura della polvere da caccia, Max von Förster di Berlino ha pensato di foggiarla sotto forma di fogliette quadrangolari ondulate, per modo che occupi un volume maggiore e possa riempire i bossoli, risparmiando l'impiego dei dischi di feltro. A questo scopo riduce in gelatina una miscela di nitrocellulosio a differenti gradi di nitrazione, poi mediante la cilindratura ottiene dei nastri della grossezza di 0,1 *mm*. che taglia in fogliette quadrate e fa essiccare rapidamente, perchè i bordi si ripieghino leggermente su sè stessi.

Nella preparazione dei cosidetti esplosivi di sicurezza per gli usi minerari, si ebbero in questi ultimi anni notevoli progressi. Come è noto, è stato proibito l'impiego della polvere nera nelle miniere di carbone, perchè l'esperienza ha mostrato che coi nuovi esplosivi si ebbero a lamentare minori le esplosioni dovute alle emanazioni gasose ed al polviscolo di litantrace. Però, anche fra le così dette polveri di sicurezza, ve

se hanno talune di dubbia convenienza, perchè per la loro completa combustione esigono accensori di forza straordinaria, i quali costituiscono per se stessi un grave pericolo, come apposite esperienze hanno dimostrato. Il sistema che viene additato ai fabbricanti per rendere meglio adatte le nuove polveri da mina, consiste nell'abbassare con opportuni spedienti la temperatura dei gas, che si rendono liberi nell'esplosione. A questo intento, alla dinamite è stata tentata l'aggiunta di sali contenenti acqua combinata, come soda cristallizzata, solfato di magnesia, ecc. L'azione di questi sali si spiega ammettendo che l'acqua di cristallizzazione in essi contenuta si trasforma in vapore al momento dell'esplosione, sottraendo così una notevole quantità di calore ai gas. Un altro mezzo per abbassare la temperatura di esplosione consiste nel far entrare nella composizione dell'esplosivo sostanze che sviluppano senz'altro poco calore.

A questa categoria appartiene il nitrato d'ammonio, la cui temperatura di esplosione, secondo deduzioni teoriche, dovrebbe essere di 1130° C. Disgraziatamente questo sale impiegato da solo offre troppe difficoltà per la completa scomposizione e deve perciò essere mescolato a sostanze combustibili, le quali fanno aumentare il calore e rendono l'esplosivo meno sicuro.

Von Dahmer ha trovato che l'aggiunta di 2,5 °/c di bicromato potassico ad una miscela di nitrato d'ammonio e naftalina, aumenta di molto la sicurezza dell'esplosivo senza nuocere alla potenzialità. L'efficacia di codesto sale si crede poter spiegare colla facile sua scomponibilità, che avviene già al calor rosso, e colla sua grande energia termica. Analogo effetto presenta il permanganato.

Seguendo via affatto diversa, la società A. Nobel e C. ottiene eguale risultato, ricorrendo all'aggiunta di sostanze carburate, le quali nel momento dell'esplosione sviluppano un grande volume di gas non combustibile, come acido cloridrico, carbonico e perciò impediscono il formarsi della fiamma, che è causa dell'accensione del gas delle miniere. Le sostanze adatte per questo scopo sono i cloridrati ed i carbonati delle ammine aromatiche.

Secondo M. Wagner la insufficiente esplosibilità delle miscele di nitrato ammoniaco con resina e paraffina sarebbe dovuta a ciò, che le particelle del sale sono rivestite di involucro di materia, che impedisce la propagazione dell'accensione, e perciò suggerisce di fare la miscela dei componenti allo stato di polvere e di riscaldare solo fino ad incipiente fusione della resina. Le fabbriche riunite di polvere di Colonia e Rottweil ottengono un esplosivo che non comunica l'accensione alle miscele gasose tonanti, aggiungendo 1-10 °/o di grasso, od olio, al nitrato di ammonio.

ESPERIENZE SVIZZERE DI TIRO CON UN CANNONE DA MONTAGNA KRUPP DA 6,5 *cm*.

La *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie* dà notizia di alcuni esperimenti di tiro eseguiti al poligono delle esperienze d'artiglieria con un cannone da montagna da 6,5 *cm*, proposto dalla ditta Krupp.

Si fecero:

1° esperienze di tiro per determinare la velocità iniziale e la pressione dei gas, impiegando polveri svizzere e polvere Krupp;

2° esperienze di tiro con granate cariche, alla distanza di 2000 *m*;

3° esperienze di tiro a shrapnel, alle distanze di 1396 *m*, 1400 *m*, 1996 *m*, 2000 *m* e 2400 *m*.

Il cannone era incavalcato sopra un affusto Krupp, e per i vari tiri il pezzo era disposto sul terreno naturale erboso, piano e sodo.

S'impiegarono negli esperimenti le seguenti specie di munizioni:

a) granate Krupp da 6,5 *cm* scariche, del peso di 4,5 *kg*;

b) granate da 6,5 *cm* con carica interna di 98 *g* di polvere nera, munite di spoletta regolamentare da 7,5 *cm* ed aventi un peso di 4,4 *kg*;

c) shrapnels da 6,5 *cm* con carica interna di 58 *g* di polvere nera, muniti di spoletta regolamentare a doppio effetto da 7,5 *cm* ed aventi un peso di 4,5 *kg*;

d) cartocci con bossolo metallico, contenenti da 90 a 120 *g* di polvere di Worblaufen per il tiro curvo, o di polvere di Troisdorf per il cannone a tiro celere da 5,3 *cm*, o di polvere di Troisdorf per cannoni da campagna, con una carica d'innesco di 3 *g* di polvere nera;

e) cartocci con bossolo metallico contenenti 100 *g* di polvere tipo Nobel della ditta Krupp, in laminette delle dimensioni di 6 × 6 × 0,7 *mm*, senza carica d' innesco.

Le velocità iniziali furono determinate col cronografo Le Boulengé; i due reticolati erano disposti rispettivamente a 15 ed a 55 *m* dalla bocca del cannone, così che la velocitá misurata era quella a 35 *m* dalla bocca.

Per determinare le pressioni dei gas si fece uso di crushers di 5 × 8 *mm* incastrati nel bossolo metallico.

Nelle esperienze per determinare la velocità iniziale e la pressione, il bersaglio era costituito da un telone grande; nelle altre esperienze, il tiro fu eseguito contro un obbiettivo rappresentante fanteria in linea, costituito da 2 file di bersagli, poste l'una dietro l'altra a 8 *m* di distanza e lunghe 12 *m* (20 uomini).

Risultati.

1. Si ottennero le velocità iniziali e le pressioni dei gas qui sotto indicate.

Polvere	Carica g	Velocità a 35 m m	Pressione dei gas
Polvere di Worblaufen per il tiro curvo	90	267 273	1797 1890
Polvere di Troisdorf per il cannone a tiro celere da 5,3 *cm*	100 110	260,2 282,2	1580 1885
Polvere di Troisdorf per cannoni da campagna	100	237	1135
	120	281 287,5	1760 1915
Polvere Nobel della ditta Krupp . . .	100	303	1949

Si vede quindi che la polvere Nobel della casa Krupp, a parità di pressione, dà velocità un po' maggiori delle polveri svizzere.

2. Nello specchietto che segue sono indicati gli alzi da impiegarsi nel tiro col cannone da montagna Krupp comparativamente con quelli che s'impiegano col cannone da montagna regolamentare da 7,5 *cm*.

Distanza m	Cannone da montagna Krupp da 6,5 *cm* Alzo ‰		Cannone da montagna da 7,5 *cm* Alzo ‰	
990	48	per il tiro a granata	50	per il tiro a shrapnel
2000	113		125	
1400	75	per il tiro a shrapnel	78	
2000	118		125	
2400	150		162	

Si rileva da questi dati che la traiettoria del cannone Krupp è un poco più tesa di quella del cannone da montagna in servizio.

3. L'esattezza di tiro del cannone da 6,5 *cm* sperimentato a 2000 *m* non risultò sensibilmente diversa da quella del cannone regolamentare da montagna, per quanto si può giudicare dall'unico esperimento di tiro fatto col cannone Krupp.

Nella serie di 7 colpi eseguiti a 2000 *m* con quest'ultima bocca da fuoco, ed in una serie di 12 colpi eseguiti alla stessa distanza col cannone da 7,5 *cm*, si ottennero le seguenti deviazioni medie:

cannone da 6,5 *cm*, deviaz. media long. 13,2 *m* — lat. 1,7 *m*
cannone da 7,5 *cm* » » » 14,3 *m* — » 0,9 *m*.

4. Quanto all'efficacia del cannone Krupp contro il bersaglio sopra indicato, rappresentante fanteria in linea, ecco i risultati ottenuti.

Distanza *m*	Specie del proietto	Intervallo medio di scoppio *m*	Punti colpiti per ogni colpo	Numero dei colpi
2000	granata	— 30	12,2	8
1400	shrapnel	— 45	50,2	12
1400	»	— 30	38,3	16
2000	»	— 73	25,5	15
2000	»	— 65	26,9	16
2400	»	— 49	20,1	16

In un esperimento di tiro eseguito tempo addietro col cannone da montagna in servizio contro un bersaglio eguale al precedente, l'efficacia risultò come segue.

Distanza *m*	Specie del proietto	Intervallo medio di scoppio *m*	Punti colpiti per ogni colpo	Numero dei colpi
1500	shrapnel	— 79	22,5	17
		— 57	24,0	16
2000	shrapnel	— 47	20,1	17
		— 58	15,2	18

Dal confronto dei risultati dei due tiri si rileva che l'efficacia dello shrapnel del cannone da montagna Krupp è un poco maggiore di quella dello shrapnel del cannone da montagna da 7,5 *cm* in servizio. La distribuzione dei punti colpiti sul bersaglio fu abbastanza uniforme per tutte e due le bocche da fuoco. α

PALLONE DIRIGIBILE WOLFERT.

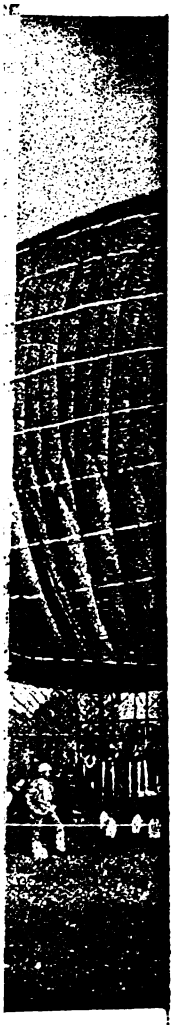
Lo *Scientific American* informa che all'Esposizione industriale tenuta a Berlino nel corrente anno trovavasi un pallone dirigibile, costruito secondo i disegni dati dal dottor Wolfert. Questi asserisce essere possibile guidare detto pallone a qualsiasi altezza e contro qualsiasi vento; però finora non vennero fatte che le esperienze del 28 e 29 agosto, durante le quali l'apparecchio era tenuto ad un'altezza di circa 25 *m* dal suolo. Si asserisce che in queste esperienze il pallone venne realmente guidato in ogni direzione, anche contro vento: affinchè non si dubitasse poi della serietà dell'invenzione, lo stesso pubblico era ammesso ad eseguire le manovre per la direzione.

Il pallone ha forma elissoidale; la sua lunghezza è di circa 30 *m* ed il suo massimo diametro è di 10 *m*. La forza motrice è data da una macchina di 8 cavalli posta sulla navicella e operante sopra un propulsore simile all'elice delle navi, avente due palette ed un diametro di circa 3 *m*. Questo propulsore è posto davanti alla navicella; posteriormente trovasene un altro, che serve per i movimenti di salita e di discesa. I propulsori fanno 500 giri al minuto.

La navicella, che per la sua forma speciale riceve il nome di *galleria*, è lunga 5 *m*, è costruita con bambù ed è riunita alla massa del pallone in guisa da formare con esso un tutto ben collegato e far sì che i movimenti delle due parti siano solidali fra loro. Il modo di collegamento è ancora un segreto dell'inventore, il quale finora non ha dato nessuna spiegazione in proposito: dobbiamo quindi accontentarci di quanto si può scorgere dalle due figure dell'annessa tavola, le quali sono tolte da due fotografie rappresentanti, l'una l'insieme del pallone, l'altra la navicella col motore.

Questo pallone, battezzato col nome di *Germania*, è il maggiore di una serie di palloni, già costruiti dal Wolfert, e coi quali egli ha già fatto 53 ascensioni: fra queste, una venne eseguita al poligono degli aerostieri militari. Si assicura infine che questo pallone sia della stessa forma di quello stato ordinato dal governo spagnolo, per essere impiegato nelle operazioni di Cuba.

p.



NOTIZIE

BELGIO.

Tiro ridotto sistema Marga. — In seguito ad esperienze fatte recentemente presso il reggimento dei carabinieri, ed alle quali ha assistito anche il ministro della guerra, il sistema inventato dal capitano in ritiro Marga, per eseguire il tiro ridotto, è stato definitivamente adottato.

La *Belgique militaire*, che dà questa notizia, aggiunge che il materiale necessario sarà tosto distribuito ai reggimenti.

FRANCIA.

Collari pneumatici per cavalli. — La *Revue scientifique* informa che i signori Sénéchal e Roy hanno ideato di applicare, ai collari dei cavalli, tubi pneumatici analoghi a quelli adoperati pei bicicli e per le vetture automobili.

I principali vantaggi di questa invenzione sarebbero i seguenti:

1° maggior leggerezza dei nuovi collari, in confronto con quelli abitualmente in uso;

2° flessibilità perfetta, che risparmia al cavallo i dolori e le ferite provocate dai collari di lamiera o di cuoio;

3° elasticità del pneumatico, che diminuisce sensibilmente gli sforzi di trazione e permette, per conseguenza, di far trainare un maggior peso.

Strade ferrate a carreggiata ristretta nelle fortezze dell'Est. — La maggior parte dei campi trincerati dell'Est (Toul, Verdun, Epinal, Langres e Belfort) sono provvisti di strade ferrate a carreggiata ristretta, colleganti fra loro i varî forti, e destinati al rapido rifornimento dei viveri e delle munizioni, ed al trasporto dell'armamento.

Ora i periodici francesi informano che lo stesso sistema di strade ferrate sarà presto adottato anche per Lilla: in questi giorni si proseguono perciò con alacrità gli studi particolareggiati per una rete ferroviaria destinata a collegare la piazza col nodo di strade ferrate dell'Ascq ove si intersecano le linee Calais-Bruxelles e Douai-Tourcoing.

Battelli insommergibili. — Il *Cosmos* contiene una proposta di Dubois avente per iscopo di rendere i battelli insommergibili. Essa consiste nell'allogare, a bordo dei battelli, dei serbatoi espansibili e recipienti ripieni di acido carbonico liquido. Sopravvenendo un pericolo di sommersione, si stabilisce la comunicazione tra i primi ed i secondi: allora i serbatoi si gonfiano ed impediscono alla imbarcazione di sommergersi.

Le cappe impermeabili sulle volte di muratura. — La *Revue du génie* riporta da un articolo circa « le cappe impermeabili sui ponti di muratura », pubblicato nella *Revue générale des chemins de fer*, le seguenti prescrizioni da osservarsi per mettere completamente al riparo dall'umidità le murature che le cappe devono ricoprire:

1° impiegare sempre asfalto di prima qualità;

2° distendere la cappa sopra un intonaco di cemento secco e in due strati di 1 *cm* di grossezza ciascuno, sovrapposti in modo che i giunti di raccordo non cadano mai l'uno sull'altro, e neppure si incrocino; in tal modo si chiudono le bolle che avrebbero potuto prodursi nello strato inferiore.

3° per gli impluvi o canali collettori d'acqua, sollevare verticalmente lo strato d'asfalto, incrostandolo per tutta la sua grossezza nella muratura.

GERMANIA.

Innovazione progettata nell'ordinamento dell'artiglieria da campagna. — Com'è noto, in ogni corpo d'armata tedesco esistono in tempo di pace due reggimenti d'artiglieria da campagna, che in tempo di guerra vengono assegnati uno a ciascuna divisione del corpo d'armata stesso.

Entrambi i reggimenti perdono però all'atto della mobilitazione una parte delle loro batterie, poichè quelle a cavallo fanno passaggio alle divisioni di cavalleria ed alcune altre batterie concorrono a formare il reggimento di corpo d'armata.

Secondo la *Allgemeine Militär-Zeitung*, questa formazione improvvisata presenta gravi inconvenienti, non potendovi essere fra le varie unità del reggimento la necessaria coesione ed il voluto affiatamento, che solo si ottengono colla perfetta uniformità di istruzione sotto uno stesso comando: inoltre lo stato maggiore del reggimento, affatto estraneo alle batterie dipendenti, non può conoscerne il grado di addestramento. Nè tale conoscenza può acquistarsi nel breve tempo del passaggio sul piede di guerra

e nelle marcie dopo cominciate le ostilità. È quindi giusto, prosegue il giornale tedesco, che gli artiglieri da campagna chiedano insistentemente che questo reggimento d'artiglieria di corpo d'armata sia formato fin dal tempo di pace colle batterie e cogli stati maggiori di gruppo (brigata) dei due reggimenti esistenti, che dovrebbero concorrere alla sua formazione in guerra: cosicchè basterebbe costituire in ciascun corpo d'armata solo un nuovo stato maggiore di reggimento.

Nel prossimo bilancio non sarà ancora compresa la spesa per la costituzione di questi stati maggiori; intanto però, a quanto pare, si formerà nel XII corpo d'armata (sassone) un nuovo stato maggiore di reggimento d'artiglieria da campagna, dando così principio all'accennato provvedimento, che, stante la sua necessità, sarà senza dubbio prontamente attuato (in seguito) in tutti gli altri corpi d'armata, tanto più che la spesa occorrente non è rilevante.

Benchè con ciò non siano ancora soddisfatti tutti i voti degli artiglieri da campagna, almeno non si avranno formazioni improvvisate al momento della mobilitazione.

Bocche da fuoco con orecchioni alla culatta. — Fin dal 1887 la ditta Gruson ha preso la privativa per la costruzione di bocche da fuoco, che hanno gli orecchioni alla culatta, invece che (come d'ordinario) presso il centro di gravità, e che s'incavalcano sopra affusti a ruote. Ne diamo qui appresso un breve cenno descrittivo, ora che è in discussione la questione delle bocche da fuoco per il tiro curvo da campagna per le quali, a quanto pare, la costruzione fu ideata.

In questo sistema di artiglierie la bocca da fuoco è riunita a snodo nella sua parte centrale alla testa di una vite di mira doppia, la cui chiocciola è imperniata nell'estremità anteriore di una leva biforcuta; l'estremità posteriore di questa è girevole intorno ad un perno fissato alle coscie dell'affusto Nel suo mezzo questa leva è disposta fra quattro cuscinetti di *caoutchouc*, due per parte.

I due cuscinetti inferiori sono sostenuti dagli orli ripiegati delle coscie dell'affusto; i due superiori, quando la bocca da fuoco si solleva per effetto dello sparo, vanno ad appoggiarsi in alto contro una traversa, che è tenuta ad una determinata distanza dalla sala da una chiavarda, la quale è imperniata in modo che la traversa suddetta può cedere alle pressioni di uno o dell'altro dei cuscinetti. Questa disposizione serve per limitare il sollevamento della bocca da fuoco nello sparo.

Il congegno di punteria si manovra mediante un manubrio fissato, presso la culatta, alla parte esterna di una delle coscie dell'affusto. Il

movimento viene trasmesso alla vite di mira per mezzo di un sistema formato da una catena e da due ruote dentate coniche, una verticale e l'altra orizzontale. La vite di mira esterna è unita a quest'ultima in modo che si possa spostare nella medesima, in senso verticale, mentre gira con essa.

I pregi di questo sistema di artiglierie sarebbero, secondo la ditta costruttrice, i seguenti:

1° essendosi spostata convenientemente la direzione della forza di rinculo, solo una piccola componente di tale forza opera sulla sala, la quale per ciò è soggetta, durante il tiro, soltanto ad un piccolo sforzo di rottura, poichè lo sforzo principale è trasmesso direttamente alla coda dell'affusto; quindi si sarebbe risolto il problema di poter incavalcare bocche da fuoco pesanti sopra affusti a ruote relativamente leggieri;

2° per effetto dell'applicazione degli orecchioni alla culatta, il foro di caricamento rimane sempre quasi esattamente alla stessa altezza, anche quando si dànno al pezzo le più svariate elevazioni; non occorrendo quindi riportare dopo ogni colpo la culatta in una speciale posizione per eseguire la carica, questa operazione è facilitata ed accelerata specialmente quando trattasi di cannoni corti (obici), pei quali la costruzione accennata sarebbe utile.

Esercitazioni al campo di Malmedy. — Nei periodici militari francesi troviamo un cenno di importanti esercitazioni eseguite tra Malmedy ed Elsenborn, nel nuovo poligono (ampio non meno di 60 km^2) che i tedeschi hanno, nel corrente anno, impiantato presso la frontiera belga, a S. E. di Spa.

Ivi vennero costruite dall'8° battaglione pionieri numerose opere fortificatorie di terra, contro le quali si eseguirono poscia manovre di assedio, allo scopo di studiare specialmente l'effetto delle artiglierie da campagna per il tiro curvo.

Dopo un assedio di parecchi giorni, durante i quali si spararono circa 2000 granate-torpedine, facendo uso dell'obice da 15 *cm* e del mortaio da 21 *cm*, si eseguì un attacco di viva forza col concorso dei pionieri e dei loro esplosivi.

Secondo l'*Armée territoriale* avrebbero assistito a queste esercitazioni il capo dello stato maggiore generale, l'ispettore generale dell'artiglieria a piedi, quello dell'artiglieria da campagna, il direttore d'artiglieria presso il ministero della guerra ed il comandante dell'8° C. A. Questo periodico aggiunge poi infine, che l'importanza attribuita al campo di esercitazioni di Malmedy, ha indotto il ministero della guerra francese ad aumentare le guarnigioni francesi nella regione del Nord, rinforzando l'effettivo del 1° C. A. (Lilla).

Una nuova lampada a incandescenza. — Leggiamo nell'*Elettricista* che è apparsa nell'*Elektrot.-Anz.* una pubblicazione di G. W. Meyer, la quale richiama l'attenzione sopra un tipo di lampade a incandescenza, che egli chiama *Transformatoren-Glühlampe*, aventi lo scopo di correggere un difetto delle odierne lampade a incandescenza.

È noto che queste, dopo un certo numero di ore di vita, danno minor luce; e che il loro rendimento diminuisce. Si cerca di ovviare a tale inconveniente colla bontà del materiale costituente il filamento, facendo un vuoto quanto più è possibile perfetto nel palloncino, usando correnti alternate anzichè continue, a fine di evitare le azioni elettrolitiche di queste. Ma ciò non basta: coll'uso della lampada un po' d'aria rientra sempre nel palloncino, e produce poi l'annerimento di questo. Difatti, per poter condurre la corrente al filamento della lampada si è obbligati a collegare i due capi di questo con conduttori che finiscono a contatti posti all'esterno del palloncino. Questi conduttori sono fatti generalmente di platino, perchè, avendo questo metallo quasi lo stesso coefficiente di dilatazione del vetro, non si produca col riscaldarsi dei due materiali una diversa dilatazione, e quindi un distacco fra essi.

Invece tale distacco avviene egualmente. Ed in vero, il platino e il vetro hanno un calore specifico ben diverso; quindi, allorchè si mette una lampada in circuito, il platino si porta subito ad alta temperatura, mentre il vetro abbisogna di maggior tempo per subire la stessa variazione di temperatura; quando si toglie di circuito il platino si raffredda presto, il vetro lentamente. Inoltre il platino si scalda per conduzione, il vetro in gran parte per irradiamento. Ne consegue chè si hanno periodi di tempo in cui esiste una differenza di temperatura fra vetro e platino; allora si hanno differenti dilatazioni nei due corpi, e si produce il loro distacco: onde avviene che l'aria può, sebbene in minime quantità, rientrare nel palloncino. Per ovviare a tale inconveniente si dovrebbe sopprimere la comunicazione metallica del filamento coll'esterno; a ciò mirano le *Transformatoren-Glühlampe*.

In esse la corrente non è condotta direttamente al filamento, ma a un rocchetto di filo di rame, adattato all'esterno del palloncino, corrispondentemente alla sua parte più stretta. Internamente alla lampada, e coassiale col precedente trovasi un secondo rocchetto, formato da pochi giri di filo di rame, ed i cui capi sono uniti coi capi del filamento. Concentricamente ai due rocchetti si ha un nucleo, fatto di sottile lamiera di ferro. Come si vede non si ha qui che un piccolo trasformatore, di cui il primo rocchetto costituisce il circuito primario, ed il cui secondario è

chiuso dal filamento della lampada. Se quindi una corrente alternata di sufficiente tensione e frequenza circola nel primario, si induce nel secondario una corrente che rende incandescente il filamento. Il nucleo di ferro è sezionato per evitare, per quanto si può, le perdite di energia; il tutto è disposto in modo da render piccolo il disperdimento di linee di forza.

L'autore dà un disegno di una di queste lampade, da cui appare che la sua forma e le sue dimensioni non sono molto diverse da quelle delle ordinarie lampade.

Nelle esperienze le lampade a trasformatore diedero 16 candele con 100 volt e 0,49 ampère. Con esse si ha ancora il vantaggio che si possono ottenere diversi toni di luce senza ricorrere a reostati regolatori, ma solo variando la posizione relativa dei due avvolgimenti; e che si può spegnere la lampada senza interrompere la corrente primaria, e quindi senza scintille, ciò che in certi casi può essere importante.

L'avvenire ci dirà se tali lampade sono pratiche.

È certo che nella trasformazione si avrà una perdita di energia; ma se si pensa che una lampada di 16,4 candele, che consuma 3,67 watt per candela, dopo 250 ore di vita dà appena 14 candele, consumando 4,26 watt per candela, e che il rendimento e la luce decrescono ancora rapidamente coll'uso della lampada (esperienze di Hauptmann), è naturale il pensare che la perdita dovuta alla trasformazione sia largamente compensata dal migliore rendimento medio che avranno le nuove lampade e dalla loro più lunga durata.

La sabbia impiegata per fermare i treni. — La *Vie scientifique* scrive che un professore di Dresda ha immaginato un sistema assai logico e semplice per fermare i treni (quando i freni vengono a mancare), consistente nel dirigere i treni sopra binari morti, le cui rotaie siano affondate in uno strato di sabbia alto da 5 a 10 *cm*.

Nelle strade ferrate della Sassonia questo sistema è già applicato ad una linea di separazione, ove i vagoni, dopo essere stati separati, vengono avviati lungo binari morti sui quali s'inoltrano sotto l'influenza della gravità; la velocità che acquistano nella discesa vien gradatamente diminuita dalla sabbia entro la quale penetrano i cerchioni delle ruote. Nello stesso modo si opera nella stazione di Dresda, la quale viene celeremente sgombrata dai treni e dai vagoni, instradandoli sui binari morti, con andamento in discesa.

Così pure sulle strade ferrate inglesi, affine di evitare disastri nelle stazioni poste sulle linee principali, sono stati introdotti degli scambi manovrabili dal segnalatore e dentro i quali sono inviati i treni o le vet-

ture che vengono, in momenti inopportuni, da linee accessorie in direzione della linea principale: allo scambio fa seguito un binario morto coperto da sabbia.

Questo sistema potrà trovare utile impiego anche nei lunghi tratti di linee a rapida pendenza, delle strade ferrate a carreggiata ridotta, specialmente nelle linee che servono nelle fortezze, ove non è difficile che qualche carro prenda la mano, massime a causa delle rotaie bagnate dalla pioggia, oppure a causa dei carichi pesanti da trasportarsi, od infine a causa dell'inavvertenza dei frenatori.

Il berillio. — Secondo la *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Génie* il nuovo metallo *glicio*, della cui scoperta qualche tempo fa si sono occupati i giornali, e che per leggerezza e resistenza sarebbe superiore all'alluminio, non è che il berillio, metallo già conosciuto e ricavato per la prima volta dal chimico Wöhler.

Questo metallo è di colore bianco, ha un peso specifico di 2,1 (quello dell'alluminio è 2,6), può essere fucinato e ridotto in lamine, acquista una bella lucentezza e si ossida difficilmente.

La sua conducibilità elettrica è eguale a quella dell'argento e quindi superiore a quella del rame. Presentemente il suo costo è di 900 lire al *kg*; si ritiene però che quando ne sarà aumentata la produzione e ne sarà semplificato il procedimento di estrazione, il berillio troverà esteso impiego nelle industrie elettriche.

INGHILTERRA.

Granate cariche di liddite, per la marina. — La determinazione dell'Ammiragliato di dotare la squadra del Canale con granate cariche di liddite, pone la marina inglese alla testa di tutte le nazioni in materia di potenti esplosivi.

Il *Journal of the Military Service Institution*, dal quale togliamo questa informazione, dice di aver sempre dimostrato, in questi ultimi sette o otto anni, la possibilità di sparare questa specie di proietti con cordite o fulmicotone, ma che però il rischio di un'esplosione, per l'alterazione chimica della carica del proietto, era stato il motivo che aveva finora impedito l'adozione di tali proietti a bordo delle navi. Oggidì tali timori sono scomparsi, e l'Ammiragliato ha decretato l'adozione del detto esplosivo per caricare le granate destinate a perforare le piastre di corazzatura. L'esplosione a bordo dell' *Ammiraglio Duperré*, che venne citata come causa di allarme, sembra sia dovuta all'aver tenuto nello stesso magazzino le cariche di polvere e le granate riempite di melinite.

RUSSIA.

Modificazioni nell'artiglieria della Siberia. — La *Revue militaire de l'étranger* informa che, a seconda dell'Ordine N. 62, in data 18-30 marzo 1896 sono state eseguite le seguenti varianti nell'organizzazione dell'artiglieria della Siberia:

1° Nella *Siberia orientale*:

a) è stata formata una 5ª batteria d'artiglieria da fortezza a Vladivostok;

b) le due mezze batterie da montagna della 1ª brigata d'artiglieria della Siberia orientale sono trasformate in batterie da montagna e prendono i numeri 5 e 6 della stessa brigata: il loro organico è di 6 ufficiali, 149 uomini e 40 cavalli;

c) le batterie della 2ª brigata d'artiglieria della Siberia orientale sono portate ad un organico rinforzato.

2° Nella *Siberia occidentale:* la batteria a cavallo da montagna della Siberia occidentale è soppressa.

Formazione di una sezione di aerostieri da fortezza a Kovno. — Il periodico, ora citato, reca pure che la Circolare N. 187 del 14-26 agosto 1896 notifica che la sezione di aerostieri da fortezza di Kovno, la cui formazione era stata decretata coll'Ordine imperiale N. 224 del 1895, è stata definitivamente organizzata il 1°-13 agosto del corrente anno.

Marce d'inverno. — La *Revue du cercle militaire* informa che le marce d'inverno avranno luogo quest'anno come negli anni precedenti, specialmente nella circoscrizione militare di Varsavia, ove un ordine emanato dal comandante richiama le seguenti prescrizioni.

Tutte le truppe devono, senza eccezione, prendere parte alle marce invernali: la fanteria con tutti gli uomini presenti, eccezione fatta pei pochi individui necessari pel servizio di caserma; la cavalleria con tutti i cavalli disponibili. Tutti gli ufficiali devono intervenire.

Ogni corpo di truppa deve eseguire almeno due marce ogni mese: in ognuna di queste marce deve svolgersi un tema tattico e l'operazione deve terminare sia con un attacco contro nemico segnato, sia con una manovra a partiti contrappcsti.

Le marce devono aver luogo con qualunque tempo e la loro lunghezza deve essere gradatamente aumentata in modo che si raggiungano 30 verste (32 *km*), gli uomini essendo in completo assetto di guerra.

Indipendentemente dalle marce propriamente dette, ogni corpo di truppa deve eseguire una manovra a partiti contrapposti della durata di due giorni, con bivacco durante la notte. Se durante la notte la temperatura si abbassasse fino a — 15° *C*, le truppe dovranno togliere il campo, eseguire una manovra notturna e rientrare quindi in quartiere.

Le manovre e le marce non dovranno effettuarsi allorchè la temperatura è inferiore a — 12° *C.*; ogni qual volta sarà possibile, vi dovranno concorrere tutte le armi.

STATI UNITI.

Nuova cartuccia da salve. — Una nuova cartuccia da salve è stata ideata nell'arsenale di Frankford, e le esperienze alle quali venne sottoposta permettono di supporre che siasi finalmente risoluto negli Stati Uniti il difficile problema delle cartucce da salve per armi a serbatoio ed a polvere senza fumo.

Il proietto di questa cartuccia è una specie di tubo di carta, avente all'estremità anteriore esattamente la forma di una vera pallottola. Esso contiene una carica di 5 grani ($= {}^4/_3$ di *g*) di polvere senza fumo, onde scoppia nell'interno stesso della canna e dalla medesima non esce nessun corpo capace di ferire gli uomini. La carta che forma il proietto è ridotta in polvere prima ancora della sua uscita dall'arma, e si è verificato che, sparando contro un foglio di carta posto ad 1 $^1/_2$ *m* dalla bocca, non si rinviene sopra di esso la minima traccia di residui della pallottola di carta.

Ricerche scientifiche sul cervo volante. — Un gruppo di scienziati americani, fra i quali trovansi il prof Pickering, dell'osservatorio Harvard, e Octave Chanute, antico presidente della società degli ingegneri civili americani, ha fondato a Boston una *Società per lo studio del cervo volante.*

Secondo le informazioni date dal periodico *La Nature*, questa società areonautica farà esperienze alle quali saranno ammessi tutti gli studiosi di tale materia e verranno distribuiti premi agli inventori di cervi volanti che siano ritenuti i migliori, relativamente:

alla stabilità sotto l'azione di venti fortissimi;

alla forza portante massima, quando il vento ha una velocità superiore ai 24 *km* all'ora;

alla forza portante massima, con venti di velocità inferiori ai 24 *km*.

Un cervo volante perfetto sarebbe quello giudicato meritevole dei tre premi.

Saranno inoltre conferiti premi alle migliori monografie sul cervo volante: queste opere dovranno dare una teoria completa del suo meccanismo e della sua stabilità, con applicazioni quantitative. Octave Chanute aggiunge che gli studi devono considerare: « la risoluzione di tutte le forze che operano sul cervo volante e sulla sua coda, cioè la pressione del vento sulla vela, sulla coda e sulla fune, e il peso di queste differenti parti. » Dovranno essere studiate le forze che tendono a distruggere l'equilibrio del cervo volante, e saranno proposti i mezzi necessari per evitare le perturbazioni. Allorchè il cervo volante non è stabile dovranno indicarsi le modificazioni da eseguirsi alla coda od al punto d'attacco della fune; ma tutto ciò dovrà essere esposto in forma scientifica e convalidato con esperienze speciali.

Le dinamo nel servizio telegrafico. — L'*Elettricista* informa che le *Western Union Telegraph Co.* ha testè ultimato l'impianto delle dinamo che devono fornire direttamente la corrente alle linee telegrafiche dell'ufficio centrale di Chicago, ove prima erano installati non meno di 60 000 elementi di pila (1).

Le dinamo ricevono il movimento da tre macchine a vapore di 20 cavalli, ed eventualmente da tre motori elettrici per mezzo della corrente che serve alla illuminazione. Due dinamo da 45 volt e 11 amp. forniscono la corrente alle linee di città, due dinamo da 7 volt e 22 amp. servono i circuiti locali dei *sounders*, ed altre due da 23 volt e 44 amp. gli apparati multipli. Ma la parte più importanti dell'impianto è la disposizione di 15 dinamo che forniscono la corrente alle linee principali: esse sono divise in tre gruppi, di 5 dinamo ciascuno, dei quali uno di riserva; nei due gruppi in servizio le dinamo sono disposte in serie, con una delle estremità a terra e offrono 5 prese di corrente ai potenziali di 75, 150, 220, 290 e 350 volt, rispettivamente positivi e negativi. Inoltre sono impiantate altre 25 dinamo da 1/6 di cavallo, che vengono inserite nei diversi circuiti, a seconda del bisogno, invece dei ripetitori automatici.

Per mantenere assolutamente costante il voltaggio, una sola delle dinamo dei due gruppi suddetti è auto-eccitante e fornisce la corrente d'eccitazione alle altre dinamo del suo gruppo, attraverso speciali reostati, giacchè tutte queste dinamo sono costruite per il valore normale di 100 volt; una delle dinamo positive fornisce inoltre la corrente d'eccitazione alla batteria delle 25 piccole dinamo.

Per quanto l'impianto sembri ben studiato in tutti i suoi particolari, e rappresenti un enorme risparmio nella spesa d'esercizio in confronto

(1) *The Electrical Journal of Chicago*, March 15, 1896.

dei 60 000 elementi di pila, la necessità di mantenere in continuo movimento tante macchine, la facilità dei guasti e le perdite passive per regolare i diversi voltaggi, rendono sempre preferibile, secondo noi, il servizio con batterie d'accumulatori.

Cuscinetti di vetro. — Il *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* riporta, dall'*American Machinist*, che il vetro sarebbe ora molto impiegato nella costruzione di macchine, come supporto di alberi leggeri giranti rapidamente.

La disposizione più semplice consiste nel sostituire il vetro al bronzo nella formazione dei cuscinetti, colando il vetro nello spazio vuoto fra il ripiano di ghisa e l'albero, dopo aver avuto la precauzione di inserire due sottili lastrine di ferro, per separare il cuscinetto in due parti. Quando il vetro comincia a solidificarsi si fa girare l'albero per impedire che questo aderisca a quello.

Cuscinetti così fabbricati, messi a sostegno di un albero d'acciaio di 5 *cm* di diametro, che trasmetteva la forza di 5 cavalli, con una velocità di 180 giri per minuto, hanno operato diversi mesi con una spesa di lubrificazione insignificante, senza dare riscaldamento e senza traccia di logoramento.

Un'altra disposizione, pure molto semplice, consiste nell'impiego di 4 grosse lastre di vetro, inquadranti l'albero nei punti in cui deve essere sostenuto; queste lastre sono disposte in cavità convenientemente disposte della mensola o del riparo di sostegno, e sono mantenute aderenti all'albero per mezzo di viti.

Si può ancora semplificare questa disposizione, impiegando tre sole lastre disposte a guisa delle facce laterali di un prisma triangolare.

Il giornale americano, vantando l'impiego del vetro per movimenti leggieri, aggiunge che non sembra ancor venuto il momento di vederlo adottato per grandi macchine.

Procedimento per indurire l'alluminio. — L'*Electro-Techniker* informa che un americano, il signor Allard, ha ideato un procedimento per dare all'alluminio la durezza del ferro. Egli ha costruito coll'alluminio così indurito una bocca da fuoco del calibro di 75 *mm*, lunga 70 *cm*, con pareti grosse 6 *mm*, che resistette alla pressione prodotta da una carica di 460 *g* di polvere.

STATI DIVERSI.

Il « lucio » nuovo corpo semplice. — La *Revue scientifique* riporta dal *Chemical News* che il Barrière, nel corso delle ricerche da lui fatte sulla sabbia monazita, ha scoperto un nuovo elemento, al quale diede il nome di *lucio*.

Esso può utilmente impiegarsi per la costruzione dei becchi ad incandescenza del sistema Auer, e si distingue dagli altri corpi, finora impiegati a tale scopo, perchè non forma, col solfato di soda, un sale doppio insolubile (come avviene col cerio, col lantanio e col didimio) e nemmeno lo forma col solfato di potassio (come succede pel torio e per lo zirconio). Il lucio è precipitato dal thiosolfato di soda, mentre l'ittrio, l'itterbio e l'erbio non lo sono; infine il nuovo elemento si distingue dal glucinio pel fatto che i suoi sali sono precipitati dall'acido ossalico.

Il lucio sarebbe solubile negli acidi solforico, nitrico ed acetico, e formerebbe sali o bianchi o leggermente colorati in rosa. Tutti questi sali sono solubili nell'acqua, ove dànno soluzioni limpide e incolori.

Questo corpo ha uno spettro speciale, quasi simile a quello dell'erbio; il suo peso atomico è 104.

Le principali flotte del mondo. — È stato recentemente pubblicato in Inghilterra un documento parlamentare contenente la statistica della forza delle flotte delle principali potenze navali del mondo, cioè Inghilterra, Francia, Russia, Germania, Italia e Stati Uniti dell'America del Nord.

Da questo documento, l'*United Service Gazette* riporta il seguente specchio, ove sono indicate le navi già *costruite* e quelle *in costruzione*, ma, per mancanza di spazio, non riporta l'età, il tonnellaggio e l'armamento delle diverse navi, dati sui quali soltanto si potrebbe stabilire un paragone tra le forze reali delle diverse flotte. Si accenna però al fatto importantissimo che, mentre tutte le altre flotte europee non hanno a bordo più nessun cannone ad avancarica, la flotta inglese ha nientemeno che 16 corazzate, 16 incrociatori (dei quali 9 corazzati, 2 protetti, 5 non protetti), e 12 navi di difesa costiera, il cui armamento principale consiste in bocche da fuoco ad avancarica.

SPECIE DELLE NAVI	Inghilterra	Francia	Russia	Germania	Italia	Stati Uniti
Costruite.						
Corazzate	45	29	10	21	13	5
Incrociatori corazzati . . .	18	9	9	—	1	2
» protetti	87	23	2	7	15	13
» non protetti . .	16	20	3	22	1	10
Navi per la difesa costiera .	15	14	12	11	—	19
Torpediniere d'alto mare . .	35	13	16	5	15	2
Contro-torpediniere (*Destroyers*)	42	—	5	—	—	—
Torpediniere	101	211	152	105	140	3
Navi speciali	3	1	4	1	2	—
In costruzione.						
Corazzate	12	6	8	3	2	6
Incrociatori corazzati . . .	—	1	2	1	5	—
» protetti	29	14	3	6	1	—
» non protetti . .	—	—	—	—	—	—
Navi per la difesa costiera .	—	—	4	—	—	—
Torpediniere d'alto mare . .	—	3	1	—	3	—
Contro-torpediniere	48	—	—	—	1	—
Torpediniere	—	9	20	9	1	19
Navi speciali	—	—	1	—	—	—

BIBLIOGRAFIA

Rivista dei Libri e dei Periodici

(Verrà fatto un cenno bibliografico di quei libri di cui si riceverà un esemplare).

Nelle Auguste Nozze di S. A. R. il Principe Vittorio Emanuele di Savoia con S. A. Elena Petrovic' Niegos'. — 24 ottobre 1896. — Redattori: **LUDOVICO CISOTTI, CECILIO FABRIS, EUGENIO BARBARICH.** — Estratto dalla *Rivista militare italiana.*

Con felice pensiero la Direzione della *Rivista militare italiana* ha pubblicato, in occasione del matrimonio di S. A. R. il Principe di Napoli, un elegante fascicolo, ornato dei ritratti, finamente incisi, degli Augusti Sposi, e contenente pregevoli scritti opportunamente scelti per la circostanza.

Ad una breve monografia del Montenegro, in cui sono riassunte le principali notizie geografiche e storiche relative a quel piccolo, ma forte Stato, fanno seguito due notevoli lavori storici: *La difesa alpina ed i Principi di Casa Savoia nel XVIII secolo* e *Pagine di storia veneto-montenegrina.*

Nel primo il colonnello Cecilio Fabris, esimio cultore degli studî storici ed autore di altri importanti scritti, narra le gloriose vicende delle guerre combattute da Vittorio Amedeo II, da Carlo Emanuele III e da Vittorio Amedeo III a difesa dell'indipendenza e dell'integrità dei loro Stati.

Fanno degno riscontro allo studio del colonnello Fabris le belle pagine di storia veneto-montenegrina del tenente Eugenio Barbarich, anch'egli scrittore già favorevolmente noto agli studiosi di cose militari. In queste *Pagine*, trattando in tre separati capitoli del memorabile assedio di Scu-

tari, degli Zernovich a Venezia, e delle guerre dalmatiche al principio di questo secolo, egli illustra con amore le secolari relazioni di amicizia esistenti fra la Repubblica di Venezia ed il Montenegro.

Al fascicolo sono annesse due carte del Montenegro e sono intercalate nel testo parecchie incisioni bene eseguite. Anche dal lato tipografico l'edizione nulla lascia a desiderare.

a

Il servizio telegrafico nella cavalleria. — Appunti e considerazioni del *tenente di cavalleria* **EMILIO SALARIS.** — Firenze, Tip cooperativa editrice, 1896.

Come avviene per la fortificazione passeggiera e per l'impiego degli esplosivi, i quali sono oggidì diventati rami di servizio importantissimi, tanto per la fanteria quanto per la cavalleria, così si ritiene debba pure avvenire per la telegrafia da campo; giacchè è prevedibile che l'organizzazione del servizio del genio (per quanta estensione ad esso si dia) non potrà sempre e interamente soddisfarvi in ogni circostanza di tempo e di luogo. Inoltre sono tante e tanto importanti le occasioni nelle quali gli ufficiali e la truppa di cavalleria (e talvolta anche di fanteria) potranno trovarsi nel caso di servirsi del telegrafo, che risulta conveniente, anzi necessario, avere in dette armi chi sappia farne uso.

L'opuscolo del tenente Salaris ha appunto per iscopo di richiamare l'attenzione sopra la necessità della conoscenza della telegrafia da campo, per le truppe di cavalleria: in esso, con esposizione sobria ma chiara, sono pertanto trattati i seguenti argomenti:

importanza del servizio telegrafico per la cavalleria;
riparti che devono disimpegnare questo servizio;
scuole di telegrafia all'estero e in Italia;
parchi telegrafici per la cavalleria;
apparati telegrafici usati nelle varie cavallerie.

Dal complesso del lavoro risulta che, a proposito del servizio telegrafico nella cavalleria, molto più fu fatto fuori d'Italia che nel nostro paese.

Onde ne viene la necessità di pensare seriamente all'impianto ed all'ordinamento di tale servizio per la cavalleria del nostro esercito, e noi associamo ben volentieri i nostri voti a quelli che l'autore fa, perchè si continui sulla via iniziata nel corrente anno colla istituzione del corso di telegrafia per truppe di cavalleria.

p

G. DE' ROSSI. — I cervi volanti. — Fascicolo di 60 pagine e 13 piccole tavole, litografato a Roma, 1896.

Fino a questi ultimi anni gli studi e gli esperimenti sui cervi-volanti erano tenuti quasi in non cale, anzi nessun uomo di senno avrebbe potuto mettersi a far volare una di queste vele leggere, senza far sorridere gli spettatori. Oggidì invece, sia per considerazione dei servigi che già presta, sia specialmente per quelli che si prevede potrà prestare quando sia ben perfezionato, il cervo-volante è stato tolto dall'obblio, come ne fanno fede gli esperimenti su vasta scala, le società che si istituiscono per ricerche scientifiche ad esso inerenti (1), gli studi e gli scritti apparsi in questi ultimi anni.

Fra questi studi si può annoverare il presente fascicolo, ove il capitano del genio G. de' Rossi espone in primo luogo la teoria dei cervi-volanti muniti o sprovvisti di coda, la fa seguire da considerazioni relative alle diverse specie di briglie e alla descrizione dei cervi-volanti di uso comune o inventati da diversi costruttori, e si ferma poscia più specialmente a discorrere delle loro applicazioni. Le principali di queste sono: per osservatori da campo presso gli eserciti combattenti, per segnalazioni notturne, per levate fotogra-

(1) Vedi questa dispensa, pag. 305.

fiche, per salvataggio dei naufraghi, per osservatori metereologici e pel traino dei veicoli.

L'opuscolo termina poscia con un'appendice ove trovansi esposte la teoria Pillèt, e le ricerche sopra fotografie rappresentanti il cervo volante in moto.

p

Die Heere und Flotten der Gegenwart, herausgegeben von Dr. **J. v. PFLUGK-HARTTUNG,** *Kgl. Archivar am Geh. Staatsarchive, ordentl. Univ.-Professor a. D.* — I Band: **Deutschland.** — Inhalt: **Das Heer** von **A. v. BOGUSLAWSKI,** *Generalleutnant z. D.* — **Die Flotte,** von **R. ASCHENBORN,** *Kontreadmiral z. D.* — **Das internationale rote Kreuz,** von **V. v. STRANTZ** *Major z. D.* — Verlag von Schall und Grund, Berlin, 1896.

(*Gli eserciti e le flotte odierni*, pubblicazione del Dr. G. v. Pflugk-Harttung, r. archivista all'archivio segr. di Stato, professore ord. di Univ. a d. — Vol I: *Germania* — *L'esercito* di A. v. Boguslawski, ten. generale a d. — *La flotta* di R. Aschenborn, contrammiraglio a d. — *La croce rossa internazionale* di V. v. Strantz, maggiore a d.).

Il prof. G. v. Pflugk-Harttung si è proposto di illustrare in successivi volumi, da pubblicarsi ad intervalli di circa quattro mesi, tutti gli eserciti e le flotte del mondo, a cominciare da quelli degli Stati Europei. Per quest'opera grandiosa l'editore si è assicurato la cooperazione di valenti collaboratori, scelti fra i più competenti conoscitori della materia. Di ogni esercito e di ogni flotta saranno date notizie particolareggiate, ed al testo saranno aggiunte numerose tavole di disegni ed incisioni artisticamente eseguite, che ne renderanno più facile l'intelligenza, così che l'opera riuscirà di grandissimo vantaggio a tutti coloro, i quali occupan-

dosi di cose militari sono ora costretti a ricercare, faticosamente e con molta perdita di tempo, le informazioni ed i dati di cui abbisognano, nelle numerose pubblicazioni in cui si trovano sparse.

Il primo volume, testè venuto in luce, è dedicato alla Germania e comprende quasi 600 pagine di gran formato. Esso si divide in tre parti principali: l'esercito, la flotta e la croce rossa internazionale. È autore della prima il chiaro scrittore militare generale v. Boguslaswski, della seconda l'ammiraglio v. Aschenborn, e della terza il maggiore v. Strantz.

Per dare un'idea dell'estensione con cui fu trattata ognuna di queste parti, riporteremo qui i titoli delle grandi suddivisioni, nelle quali in ciascuna di esse è ripartita la materia.

L'esercito: 1° sviluppo storico; 2° reclutamento; 3° organizzazione delle varie armi; 4° ordinamento generale dell'esercito tedesco; 5° mobilitazione; 6° formazione di guerra dell'esercito; 7° ufficiali, sottufficiali e truppa; 8° armamento, equipaggiamento e arredamento; 9° servizio interno e servizio di guarnigione; 10° sviluppo tattico, regolamenti ed istruzione; 11° regolamento di servizio in guerra; 12° fortezze e guerra d'assedio; 13° istituti militari di educazione e di istruzione; 14° organizzazione del corpo sanitario; 15° bilancio militare ed amministrazione; 16° punizioni disciplinari, reclami, codice penale militare e giustizia militare, stabilimenti militari di pena, tribunali d'onore; 17° organizzazione del servizio religioso militare; 18° stabilimenti per gli invalidi e pensioni; 19° l'Imperatore e l'esercito, fattori morali dell'esercito, rapporti colle popolazioni, esercito e parlamento; 20° truppe coloniali; — appendice: ripartizione e dislocazione dell'esercito; — aggiunte.

La flotta: 1° introduzione storica; 1° organizzazione della marina da guerra; 3° personale; 4° uniformi; 5° ripartizione della marina; 6° materiale; 7° navi e loro armamento; 8° servizio; 9° amministrazione.

La croce rossa internazionale: 1° introduzione; 2° convenzione di Ginevra e successivi congressi; 3° organizza-

zione della croce rossa nei diversi Stati; 4° assistenza volontaria agli ammalati nella guerra del 1870-71; 5° servizi prestati dalla croce rossa nelle guerre dopo il 1870; 6° conclusione.

Tutta questa grande copia di materie è trattata dagli autori con rara competenza ed in modo esauriente; sicchè si può conchiudere che col presente volume, che è abbellito da molte tavole ed incisioni, il prof. v. Pflugk-Harttung ha iniziato splendidamente la pubblicazione progettata.

α

Die Feldartillerie im Zukunftskampf und ihre kriegsgemässe Ausbildung. — *Studie mit kriegsgeschichtlichen Beispielen von* **LAYRIZ**, *Oberstlieutenant im 2. bayerischen Feldartillerie-Regiment.*

(*L'artiglieria da campagna nei combattimenti futuri ed il suo addestramento per la guerra.* — Studio, con esempi tratti dalla storia militare, di Layriz, tenente colonnello nel 2° reggimento d'artiglieria da campagna bavarese). — Berlino, 1897, libreria R. Eisenschmidt.

Fra gli scritti sull'impiego e sull'addestramento dell'artiglieria da campagna recentemente pubblicati, questo del tenente colonnello Layriz è destinato senza dubbio ad occupare un posto eminente, e crediamo di non andare errati asserendo che la sua importanza sarà riconosciuta non solo dagli artiglieri tedeschi, ma anche da quelli degli altri eserciti.

L'autore, basandosi sull'esperienza delle ultime guerre combattute dalla Germania, e tenendo conto dei mutamenti avvenuti negli ultimi anni nelle armi e nel materiale da guerra, dà le norme per l'impiego dell'artiglieria da campagna nei combattimenti futuri. Egli considera, in separati capitoli, il combattimento dell'artiglieria contro artiglieria, contro fanteria e contro cavalleria, ed esamina particola-

reggiatamente e risolve in modo razionale le svariate questioni relative all'impiego di quell'arma.

Le opinioni del tenente colonnello Layriz non sono sempre conformi a quelle che generalmente oggidì predominano; così, p. es., nel duello d'artiglieria egli non ammette la convenienza delle posizioni semi-coperte, come egli le chiama, di quelle posizioni cioè nelle quali i cassoni e gli avantreni sono tenuti indietro al coperto dalla vista del nemico, mentre i pezzi sono fatti avvicinare a braccia al ciglio coprente di quel tanto che basta per poter far fuoco con puntamento diretto.

Questo modo di occupare le posizioni, che pure ha moltissimi sostenitori e che è anche prescritto in qualche esercito dai regolamenti, a suo giudizio presenta molti svantaggi, poichè il defilamento alla vista è naturalmente imperfetto ed il nemico, anche prima che sia iniziato il tiro, può rilevare facilmente la posizione dei pezzi, desumendola con sicurezza dal raggruppamento a regolari intervalli dei serventi, dei quali scorge la testa.

Nel tiro poi la vampa e la polvere che si solleva segnalano ancora più chiaramente la fronte della batteria, ed inoltre i carri da munizioni, che vengono fatti avanzare per il rifornimento delle munizioni dietro la linea dei pezzi coi conducenti a cavallo (perchè a mano i cavalli d'artiglieria non sono esercitati a tirare), rivelano anch'essi al nemico la posizione.

L'autore quindi consiglia, nei casi in cui alle batterie convenga coprirsi, di non preoccuparsi di poter eseguire il puntamento diretto, ma di defilare bene i pezzi, imperocchè oggidì si posseggono i mezzi per eseguire, contro bersagli fermi (com'è l'artiglieria in posizione), il tiro con puntamento indiretto quasi colla stessa esattezza ed efficacia di quando si punta direttamente.

Dalle considerazioni esposte nei tre primi capitoli circa il combattimento dell'artiglieria, l'autore deduce a quali nuove esigenze deve ora soddisfare l'addestramento del personale delle batterie; di ciò egli si occupa nel IV capitolo,

mentre nei tre successivi tratta in modo particolareggiato: 1° dell'addestramento degli esploratori e delle staffette; 2° degli esercizi di osservazione coll'impiego di castagnole; 3° della stima delle distanze e degli esercizi nel riconoscere i bersagli; che sono appunto le istruzioni alle quali occorre oggigiorno dedicare maggiore cura e che devono essere impartite con nuovi criteri.

Numerosi esempi tratti dalla storia delle ultime guerre, ed aggiunti alla fine di ciascun capitolo, conferiscono maggiore valore ed autorità alle considerazioni ed ai giudizi espressi dal tenente colonnello Layriz, il cui libro raccomandiamo vivamente agli ufficiali dell'artiglieria da campagna.

a.

Bollettino Bibliografico Tecnico-Militare[1]

LIBRI E CARTE.

Bocche da fuoco. Affusti. Carreggio. Armamenti. Telemetri. Macchine da maneggio.

* **Capitaine und Hertling. Die Kriegswaffen.** VII Band 1° Heft. — Rathenow, Max Babenzien, 1896.

Proietti. Esperienze di tiro.

* MAGNUS DE SPARRE. **Notice sur le tir courbe.** Quatrième mémoire. — Paris, Berger-Levrault et C.ie, 1896.

Telegrafia. Aerostati. Colombi viaggiatori. Elettrotecnica.

** HAUCK. **Die Grundlehren der Elektricitat.** — Wien, Hartleben, 1896.

*** THOMPSON. **Die Dynamoelektrischen Maschinen. Ein Handbuch für Studirende der Elektrotechnik. Fünfte Auflage. Deutsche Uebersetzung von C. Grawinkel, Nach dem Tode des Uebersetzers besorgt von K. Strecker und F. Vesper. Erster Theil.** — Hal'e a S., Knapp, 1896.

Fortificazioni; loro attacco e difesa Corazzature. Mine, ecc.

** SANDIER. **Organisation, attaque et défense des places.** — Paris, Berger-Levrault et C.ie, 1896.

*** LE PLOGE. **La défense de Torgau en 1813** — Paris, Berger-Levrault et C.ie, 1896.

Costruzioni militari e civili. Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

*** DARIÈS. **Cubature des terrasses et mouvement des terres.** — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1896.

*** CHRISTOPHE. **Calcul des ponts en arc articulés aux naissances et à la clef.** — Bruxelles, J. Goemaere, 1896.

*** ROYER. **Ponts métalliques à travées indépendantes. Tables graphiques pour leur calcul exact et rapide.** — Paris, Dunod et Vicq.

* MARÉCHAL. **Les tramways électriques. Dispositions générales — Voie — Tramways à conducteurs aériens, souterrains établis au niveau du sol — Tramways à accumulateurs — Matériel roulant — Stations centrales — Dépenses.** — Paris, Baudry et C.ie, 1897.

---

(1) Il contrassegno (*) indica i libri acquistati.
Id. (**) » » ricevuti in dono.
Id. (***) » » di nuova pubblicazione.

Storia ed arte militare.

*** MARTINENGO. **Storia della liberazione d'Italia. 1815-1870.** — Milano, Fratelli Treves, 1896.

** **Die Heers und Flotten der Gegenwart. Herausgegeben von Dr. I. von PFLUGK-HARTTUNG. Erster Band. Deutschland.** — **Das Heer von A. Boguslawski. Die Flotte von R. Aschenborn. Das internationale rote Kreuz von D von Strantz.** — Berlin, Schall und Grund, 1896.

Balistica e matematiche.

*** CRANZ. **Compendium der Theoretischen Ausseren Ballistik.** — Leipzig, Von B. G. Teubner, 1896.

Tecnologia.

Applicazioni fisico-chimiche.

* PICTET. **L'acétylène: Son passé — Son présent — Son avenir.** — Genève, Georg et C.ie, 1896.

*** IMBERT et BERTIN-SANS. **Traité élémentaire de physique.** — Paris, J. B. Baillière et fils, 1896.

* BORCHERS. **Traité d'électrométallurgie. Magnésium — Lithium — Glucinium — Sodium — Potassium — Calcium — Aluminium — Cérium — Lanthane — Cuivre — Argent — Or — Zinc — Fer — Nickel — Cobalt — Platine**, etc. — Paris, Baudry et C.ie, 1896.

Marina.

*** GRILLE et FALCONNET. **La marine des États-Unis.** — Paris, E. Bernard, 1896.

*** BERTIN. **Chaudières marines. Cours de machines à vapeur professé à l'école d'application du génie maritime.** — Paris, E. Bernard et C.ie, 1896.

Miscellanea.

* CRUGNOLA. **Dizionario di ingegneria e di architettura nelle lingue italiana, francese, inglese e tedesca, compresovi le scienze, arti e mestieri affini.** Parte I. Dispense 64 a 68. — Torino, Augusto Federico Negro, 1896.

*** MANTEGAZZA. **Al Montenegro.** Note ed impressioni (agosto-settembre 1896). Seconda edizione. — Firenze, Successori Le Monnier, 1896.

*** PIETRAVALLE. **Guida tecnica d'igiene pratica per ufficiali sanitari, medici pratici, ingegneri, studenti**, ecc. — Milano, Casa edit. dott. Francesco Vallardi, 1896.

** PREOBRAGENSKY. **Antisepsi fisica nella cura delle ferite.** Ricerche sperimentali. Traduzione libera della signora Vera Badoglio. — Torino, Fratelli Bocca, 1897.

* FANFANI e ARLÍA. **Lessico dell'infima e corrotta italianità**, terza edizione, riveduta e con molte giunte. — Milano, Carrara, 1890.

* ARLÍA. **Supplemento al lessico dell'infima e corrotta italianità** (III edizione). — Milano, Carrara, 1896.

* MARINELLI. **La terra.** Trattato di geografia universale. Disp. 121 a 126. — Milano, Casa editrice dott. Francesco Vallardi, 1896.

PERIODICI.

Bocche da fuoco. Affusti. Carreggio. Armamenti. Telemetri. Macchine da maneggio.

Picot. Studio di un nuovo materiale per l'artiglieria svizzera. (*Revue mil. suisse*, 15 ottobre).

Michaut. Analisi di uno studio di un materiale da campagna per l'artiglieria svizzera. (*Revue d'artillerie*, settembre, ottobre e seg.).

Lomas. Descrizione del cannone da 10 *cm* sistema Garcia Lomas. (*Memorial de artilleria*, settembre).

Canterac. Cannoni a tiro rapido sistema Canet. (*Id.*, id.).

Caratteri principali di un nuovo materiale per l'artiglieria da campagna (fine). (*Schweiz. Zeitschrift fur Art. u. Genie*, ottobre).

Ingalls. Sulle rigature delle bocche da fuoco. ((*Journal U. S. Artillery*, settembre-ottobre).

Crampton. Puntamento col clinometro. (*Proceedings R. Artillery Inst.*, ottobre).

Proietti. Esperienze di tiro.

Losada. Calcolo degli effetti del tiro. (*Memorial de artilleria*, ottobre).

Polveri. Esplosivi. Munizioni.

Progresso nella fabbricazione degli esplosivi, (dalla *Chemiker Zeitung*). (*L'Industria*, 11 ottobre).

Le polveri senza fumo e la loro applicazione al servizio dell'artiglieria. (*Memorial de artilleria*, sett. e ott.).

Armi portatili.

Il fucile di guerra. (*Revue cercle mil.*, 17 ottobre e seguenti).

Telegrafia.
Aerostati. Colombi viaggiatori.
Elettrotecnica.

Le segnalazioni ottiche. (*Riv. fanteria*, settembre).

Vialardi. Vantaggi dell'impiego dei metalli nella costruzione degli aerostati. (*Areonauta*, settembre-ottobre).

Jona. Telefonia oceanica. (*Elettricista*, 1° novembre).

Wellner. Sulla via da seguirsi per la costruzione di macchine da volare d'impiego pratico. (*Zeitschrift für Luftschiffahrt*, agosto-settembre).

Loessl. Studi tecnici sul volare. (*Zeitschrift für Luftschiffahrt*, agosto-settembre).

Samuelson. Sul volo degli uccelli. (*Id.*, id.).

Il volo e le macchine per volare. (*Proceedings R. Artillery Inst.*, ottobre).

Il fonografo. (*Engineering*, 9 ottobre).

Fortificazioni; loro attacco e difesa
Corazzature. Mine, ecc.

Preparazione per mezzo dell'artiglieria dell'attacco di una posizione. (*Revue cercle mil.*, 24 ottobre e seg.).

Santos Almeida. Fortificazioni del porto e della città di Rio de Janeiro (fine). (*Rivista da commissao tec. mil. cons.*, agosto).

Didelot. Note sulle fortificazioni costiere dell'Europa (traduz. di Hero) (*Journal U. States Artillery*, settembre-ottobre e seg.).

Leary. Storia delle fortificazioni costiere degli Stati Uniti. (*Id.*, id.).

Piastre da corazzatura e cannoni di grosso calibro; loro recenti perfezionamenti. *Engineering*, 9 ottobre; *United service gaz.*, 17 ottobre).

Costruzioni militari e civili.
Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

Taiani. Studi sulle ferrovie funicolari (continuazione). (*L'Ingegneria civ. e le arti ind.*, luglio).

8° congresso degli ingegneri ed architetti italiani in Genova. (*L'Industria*, 11, 18 e 25 ottobre).

Bellet. Le strade ferrate in Africa. — L'Angola portoghese. (*Revue scientifique*, 7 novembre).

Tilschkert. Chiodi ed arpesi con punta bipartita dell'ing. Fender. (*Mittheilungen ü. G. des Art.-und-G.-Wes.*, fasc. X).

Rendimento delle strade ferrate francesi durante le grandi manovre. (*Mil.-Woch.* N. 94).

Ordinamento, servizio ed impiego delle armi di artiglieria e genio.

Lettere di un artigliere ad un cavaliere. — La viabilità delle strade: modo di riconoscere la strada da seguirsi dall'artiglieria. (*Revue de cavalerie*, ottobre).

Warin. Impiego dell'artiglieria da campagna presso le principali potenze. (*Revue d'artillerie*, ottobre).

Jousset. Impiego dell'artiglieria nella difesa delle piazze: organizzazione generale di una piazza con forti distaccati. (*Journal des sciences mil.*, ottobre e seg.).

Le quattro armi combattenti. (*Semanario militar*, Buenos Aires 1° sett. e seg.).

Monteiro. Alcuni servizi del genio militare nell'ultima campagna d'Africa. (Lorenzo Marques). (*Revista de Engenheria militar*, Lisboa, luglio, agosto e sett.).

Copòns. Gli artiglieri a Cuba. (*Memorial de artilleria*, ottobre).

Riordinamento dei parchi d'artiglieria in Russia. (*Mil.-Woch.*, N. 94)

Storia ed arte militare.

La forza organica di pace dell'esercito piemontese. (*Riv. fanteria*, settembre).

Il Montenegro. Cenni geografici e storici. (*Riv. militare ital.*, 1° novembre).

Fabris. La difesa alpina ed i principi di Casa Savoia nel XVIII secolo. (*Id.*, id.).

Barbarich. Pagine di storia militare Veneto Montenegrina: L'assedio di Scutari. — I Zernovich a Venezia. — L'ultimo capitolo delle guerre dalmatiche. (*Id.*, id.).

C. M. Il generale Agostino Ricci: necrologia. (*Id.* id.).

Il fucile moderno. (*Revue du cercle mil.*, 17 ottobre e seg.).

Serrel. Piccole questioni di tiro. (*Journal des sciences mil.*, ottobre).

Le tendenze odierne della fanteria tedesca (continuazione). (*Revue mil. de l'étranger*, ottobre).

Gli Italiani in Africa (continuaz.) (id. *id.*).

Il servizio del munizionamento nell'esercito francese. (*Memorial de artilleria*, settembre).

Cambiamenti nella formazione di pace dell'esercito bavarese. (*Mil.-Zeitung*, N. 40).

Duncan. Rifornimento delle munizioni sulla linea di combattimento. (*Journal mil. service instit.*, nov.).

Mac Munn. L'artiglieria nel Cashmir. (*Proceedings of the R. Artillery I.*, nov.).

Balistica e matematiche.

Dettiala Un problema sulle triangolazioni e relativa compensazione. (*Riv. tecnica dell'ind. e ing.*, 15 ottobre).

Pailhade. Progetto per estendere il sistema decimale alla misura del tempo e degli angoli. (*Revue scientifique*, 31 ott.).

Studio sopra la balistica delle polveri moderne. (*Rev. maritima brazil.*, sett.)

Indra. Sulla struttura e sull'impiego del cordimetro. (*Mittheilungen ü. G. des Art-und-Ing.-Wes.*, fascicolo 10°).

Siacci. La resistenza dell'aria al moto dei proietti (traduz. di Harlow). (*Journal U. States Artillery*, sett.-ott.).

Tecnologia. Applicazioni fisico-chimiche.

Mura. Sul pirometro metallico avvisatore. Modificazione al pirometro di Petersen. (*Riv. tecnica dell'ind. e ing.*, 15 ottobre).

Macchine da scrivere. (*L'Industria*, 18 ottobre).

Pellissier. L'illuminazione coll'acetilene (continuazione). (*Éclairage électrique*, 31 ott.).

A. B. Un nuovo forno elettrico (Lori). (*Cosmos*, 10 ott.).

Nota sulle cinghie per trasporto di materiali. (*Génie civil*, 10 ott.).

Loës. Telemetri. (*Revue mil. suisse*, 15 ottobre).

Acciaio per bocche da fuoco (continuaz.). (*Boletin del centro naval*, agosto e settembre).

SUL COEFFICIENTE DI RESISTENZA

AL ROTOLAMENTO DI UNA RUOTA

L'espressione generalmente assunta per calcolare lo sforzo occorrente in chilogrammi a trainare con moto uniforme un veicolo a ruote, su strada piana, e in senso parallelo alla strada, è d'ordinario la seguente:

$$T_u = (P + p) \operatorname{sen} \alpha + f' \frac{r}{R} P \cos \alpha + F_x (P + p) \cos \alpha ,$$

essendo in essa:

T_u = sforzo uniforme e continuo di trazione, in chilogrammi, nel senso (come si è detto) parallelo alla strada;

P = peso in chilogrammi, del carico, sulle ruote, o su una ruota;

p = peso in chilogrammi, delle ruote del veicolo, o di una ruota;

α = angolo d'inclinazione della strada sull'orizzonte;

f' = coefficiente di resistenza dell'attrito di radenza tra fusi e boccole; e che d'ordinario risulta press'a poco uguale a 0,10;

r = raggio medio, in metri, dei fusi;

R = raggio esterno, in metri, della ruota;

F_x = coefficiente di resistenza dell'attrito di rotolamento della ruota sulla strada.

Il primo termine della espressione di T_u, qui enunciata, rappresenta, come ben si sa, la resistenza che si incontra pel sollevamento, in senso verticale, di tutto il carico quando

si sale: resistenza che in discesa sarà negativa come l'angolo α, vale a dire una spinta.

Il secondo termine rappresenta la resistenza dovuta all'attrito dei fusi delle sale entro le boccole delle ruote.

Il terzo ed ultimo termine rappresenta la resistenza prodotta dall'attrito così detto di rotolamento del cerchione esterno della ruota sulla strada.

Una dimostrazione grafica della forma dell'espressione di T_u si può ricavare dalla fig. 1ª del quadro N. 1.

Per la ricerca da farsi del coefficiente F_x di rotolamento, in conformità dell'enunciato dell'intesto, si è ricorso qui al presupposto che la conformazione della strada (causa immediata e diretta dell'attrito di rotolamento) possa venir rappresentata molto legittimamente per mezzo di tanti ostacoli o cordoni trasversi, i quali tutti assieme determinerebbero, coi loro spigoli superiori, il piano stradale, e nello stesso tempo una successione di solchi, tutti eguali tra di loro, e più profondi del massimo affondamento della ruota in ognuno di essi.

Il disegno, sviluppato nella fig. 2ª dello stesso quadro N. 1, dà l'idea grafica esatta del concetto in parola, e facilita lo studio delle diverse quantità che possono entrare in gioco per la ricerca del coefficiente F_x.

Queste diverse quantità intanto, unitamente alle notazioni indispensabili, si sono denominate e prenotate come segue:

C_2 = Prima posizione, a riposo, del centro di una ruota di raggio R, la quale deve camminare nel senso orizzontale $C_2\ T_2$ vincendo l'attrito di rotolamento causato dalle asperità del terreno, le quali asperità si considerano formate dagli ostacoli o cordoni trasversi $A_1\ A_2\ A_3$ ecc., tutti coi loro spigoli superiori in un piano orizzontale e ad egual distanza tra loro.

C = Posizione qualsiasi dello stesso centro della ruota, considerata in movimento.

$P+p=$ Peso riunito del carico sulla ruota, e di quello della ruota.

$s \quad = A_2 D_2 = D_2 A_3 =$ Metà ampiezza d'ogni solco da spigolo a spigolo di due cordoni successivi.

$2s \quad = A_1 A_2 = A_2 A_3 =$ Ampiezza costante dei solchi successivi.

$\alpha \quad =$ Angolo del piano stradale coll'orizzonte, che pel caso qui considerato sarà nullo, e perciò $\alpha = 0$.

$\beta \quad =$ Angolo variabile che il raggio $CA_2 = R$ fa colla verticale, nelle sue posizioni successive, durante l'avanzamento della ruota.

$x \quad =$ Proiezione orizzontale del raggio R: quantità questa variabile durante il percorso di un mezzo solco, dal suo valore massimo di $x = s$, a quello minimo di $x = 0$.

$$h \quad = B_2 D_2 = B_2 C_2 - C_2 D_2 = R - \sqrt{R^2 - s^2} \qquad [2]$$

e che sarebbe lo sprofondamento della ruota in ogni solco della strada; oppure, in altri termini, l'altezza di ogni ostacolo sullo sprofondamento delle ruote.

$T_v \quad =$ Sforzo variabile della trazione in senso orizzontale, eguale, per ora, alla resistenza; e da determinarsi, in modo che risulti da due altri sforzi, il primo dei quali CG resti eliso contro uno spigolo A, e il secondo sia tale da controbilanciare il peso naturale $(P+p) = CE$; oppure che, in altri termini, faccia equilibrio direttamente al peso $(P+p) = CE$ intorno al fulcro A, con potenza $T_v \times CD$, pari alla resistenza $(P+p)\,x = (P+p)\,(CD)$ tang β, donde ne consegue $T_v = (P+p)$ tang β.

Presupponendo ora (per quello di cui si va in cerca), che abbiasi $\alpha = 0$ ed $f = 0$, nell'espressione [1] di T_u, il valore, che si avrebbe per lo sforzo variabile T_v di trazione orizzontale, verrebbe ad essere, come risulterebbe dal quadro N. 1 e da quanto si è detto or ora,

$$T_v = (P+p)\,\text{tang}\,\beta = (P+p)\frac{AD}{DC} = (P+p)\frac{x}{\sqrt{R^2 - x^2}} \qquad [3]$$

quantità conseguentemente variabile, per ogni valore di x,

$$\text{da } (T_v = 0) \text{ per } (x = 0),$$
$$\text{fino a } (T_v = \infty) \text{ per } (x = R).$$

Il lavoro occorrente perchè la ruota avanzi di mezzo solco, dalla posizione più bassa del suo centro in C_2, fino a quella più alta sullo spigolo A_2, sarà eguale alla somma di tutti i lavori infinitesimi prodotti da ogni successivo sforzo T, moltiplicata per lo spazio percorso dx, in senso sempre orizzontale; e sarà per conseguenza:

$$L_1 = \int_0^s (P+p) \frac{x\,dx}{\sqrt{R^2 - x^2}}, \text{ ma essendo cognito che}$$

$$\int \frac{x\,dx}{\sqrt{R^2 - x^2}} = -\sqrt{R^2 + x^2} + \text{costante},$$

si avrà per conseguenza:

$$L_1 = (P+p)\left[-\sqrt{R^2 - s^2} + \sqrt{R^2 - (0)^2}\right] = (P+p)\,h\,.$$

Il lavoro occorrente perchè la ruota avanzi di un solco intero sarà lo stesso che per mezzo solco; e sarà perciò:

$$L_2 = (P+p)\,h\,.$$

Lo sforzo medio e continuo per vincere, con moto uniforme, la resistenza alla marcia della ruota su strada orizzontale sarà, dopo quanto si è detto:

$$T_m = \frac{(P+p)\,h}{2\,s} = \frac{R - \sqrt{R^2 - s^2}}{2\,s}(P+p), \qquad [5]$$

donde risulterebbe:

$$F_x = \frac{R - \sqrt{R^2 - s^2}}{2\,s} \qquad [6]$$

che è il coefficiente di resistenza al rotolamento, quale si cercava, e in funzione di s quantità precisamente variabile, in ragione diretta della scabrosità della strada.

E questo valore di F, se si sviluppa in serie, diventa poi:

$$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{s}{R} + \frac{1}{4}\left(\frac{s}{R}\right)^3 + \frac{1}{8}\left(\frac{s}{R}\right)^5 + \frac{5}{64}\left(\frac{s}{R}\right)^7 + \ldots\ldots\right] \qquad [7]$$

Il corrispondente sforzo orizzontale occorrente per equiparare la resistenza nel momento della massima sua azione, e che sarebbe l'iniziale (non contando per ora l'attrito di distacco), viene ad essere, come può ricavarsi dalla formula [3] e dal quadro N. 1:

$$T_i = \frac{s}{\sqrt{R^2 - s^2}} (P + p); \qquad [8]$$

L'ampiezza costante dei solchi ipotetici trasversali del suolo stradale, che si è denominata $2s$, può ricavarsi per inversione da questa stessa formula, e viene ad essere:

$$2s = \frac{2R}{\sqrt{1 + \left(\frac{P+p}{T_i}\right)^2}}. \qquad [9]$$

Colla precedente formula [8], si può avere teoricamente lo sforzo iniziale che occorrerebbe per la sola resistenza al rotolamento su strada orizzontale, quando si posino le ruote del carro sopra un solco artificiale di ampiezza preparata $2s$.

Colla susseguente formula [9], si può, previa misura diretta dello sforzo iniziale, ottenere la metà dell'ampiezza del solco ipotetico che rappresenta la scabrosità della strada, e introdurla poscia nel valore F_x del coefficiente di resistenza al rotolamento, per determinare così il medesimo.

E conseguentemente si potrà anche avere lo sforzo orizzontale medio e continuo T_m per mezzo dello sforzo iniziale misurato T_i.

Confronto del coefficiente F_x con quello analogo del Dupuit.

Rappresentato e sviluppato, come si è esposto, il sistema a cui si è ricorso qui per determinare l'espressione del coefficiente F_x di resistenza al rotolamento, e il lavoro continuato che di conseguenza ne emerge, torna ovvio un confronto con qualcuno dei sistemi proposti da altri, per vedere quale tra essi presenti maggior vantaggio nell'ap-

plicazione pratica; e a tale effetto si può cercare per primo, come si comporta l'espressione qui trovata [6], per rispetto al coefficiente di resistenza al rotolamento dato dal Dupuit mediante l'espressione $\frac{\rho}{R\sqrt{R}}$ riportata a pag. 603 del *Manuale d'Artiglieria*, parte IV.

Quel che si può dire *a priori* del coefficiente di resistenza dell'attrito di rotolamento, si è che, per una data scabrosità costante e molto sentita della strada, l'aumento o la diminuzione del raggio di una ruota piuttosto alta, ha poca influenza sul traino, mentrechè una diminuzione o un aumento del raggio di una ruota piuttosto bassa porta influenza grandissima sul coefficiente predetto di rotolamento. Quando si consideri invece una scabrosità di strada, man mano men pronunziata, l'influenza di una maggiore o minor altezza di ruota andrà sempre decrescendo; e da ciò consegue che su strade ben liscie possono anche impiegarsi ruote basse, mentrechè su strade molto scabre, occorrono per forza le alte, non ostante il loro maggior peso. A scabrosità maggiori, in poche parole, occorrono, come tutti sanno, ruote maggiori.

Un conguagliato rapporto dovrebbe quindi esistere tra la scabrosità della strada e l'altezza delle ruote, per modo che la resistenza al traino fosse sempre la stessa; e il miglior coefficiente di resistenza al rotolamento dovrebbe pur rispondere all'opportunità di poter determinare i limiti delle altezze delle ruote per rispetto alla scabrosità del suolo delle strade da percorrersi.

Se nella formula del Dupuit, che per opportunità diremo:

$$F_2 = \frac{\rho}{R\sqrt{R}}$$

si desse alla quantità ρ, che rappresenta la scabrosità della strada, un valore fisso qualsiasi, e si facesse diminuire in pari tempo il raggio R, da un valore determinato ad arbitrio, fino ad $R = 0$, la resistenza al rotolamento crescerebbe col diminuire di R, fino ad avere, per $R = 0$, $F_2 = \infty$.

A questo limite però si dovrebbe arrivare alquanto prima, come chiaramente si può rilevare dal quadro N. 1 e sotto questo punto di vista, la formula del Dupuit non risponderebbe adeguatamente allo scopo, mentre che se in quella [7], sviluppo della [6], si fa $R = 0$, si ha del pari, come si deve sempre avere, $F_x = \infty$; ma facendo anche R poco minore di s, si ha già $F_1 = \infty$, che è appunto come dovrebbe essere, giusta quanto vien dimostrato palesemente dal quadro N. 1.

Per poco poi che la quantità ρ sia grande, la resistenza al moto, per la diminuzione di R, dovrà crescere molto più rapidamente che non nella progressività ottenibile da $\frac{1}{R\sqrt{R}}$ e ciò per arrivare gradatamente al valore di $F_2 = \frac{1}{2}$, quando si viene ad avere $R = s$, come lo dimostrano la formula [6] e nel tempo stesso il quadro N. 1, perchè, quando si ha $R = s$, si ha pure $h = s$, e quindi $\frac{h}{2s} = F_x = \frac{1}{2}$, giusta il ricavabile dalla formula [5].

Se nella stessa formula del Dupuit, si facessero invece R costante e ρ variabile, la resistenza al rotolamento crescerebbe in ragione diretta di ρ; il suo sviluppo grafico verrebbe allora dato da una linea retta.

Per un valore piccolissimo di ρ, la resistenza al moto sarebbe in questo caso piccolissima, e fin qui nulla d'anormale; pei valori sempre più crescenti di ρ, la stessa resistenza crescerebbe invece indefinitamente e proporzionatamente fino ad $F_2 = \infty$: ma questo non sarebbe troppo concorde al vero, perchè, se entro un certo limite, ad aumenti eguali ma piccolissimi della scabrosità del terreno, potrà la resistenza crescere corrispondentemente in ragione aritmetica diretta, invece per accrescimenti molto grandi di ρ, la resistenza deve crescere in maggior proporzione, e diventare insuperabile molto ma molto prima che non quando diventi infinita la quantità ρ. E anche sotto questo punto di vista,

la formula [6] si presta assai meglio che non la formula del Dupuit.

Dal Manuale dei Claudel (pag. 568) si ricava che il coefficiente di resistenza dell'attrito di rotolamento al perimetro di ruote isolate, di raggio all'incirca 0,50 *m*, lanciate su rotaie di ferro, sarebbe risultato, dietro appositi esperimenti, eguale press'a poco a 0,001 del peso totale in carico.

Applicando questo dato di fatto alla formula [6], la medesima si tradurrebbe nella seguente:

$$F_x = \frac{1}{1000} = \frac{0{,}50 - \sqrt{(0{,}50)^2 - s^2}}{2\,s}, \qquad [6]$$

e per mezzo della [9], si può dedurre:

$$s = 0{,}0020000 \text{ all'incirca.}$$

Applicando lo stesso dato di fatto alla formula [10], questa diventa:

$$F_2 = \frac{1}{1000} = \frac{\rho}{(0{,}50)\sqrt{0{,}50}}, \qquad [10]$$

dalla quale direttamente si può dedurre:

$$\rho = 0{,}00003535.$$

Per verificare ora come si comporterebbero le due formule [6] e [10] quando si abbia costante la scabrosità del terreno, e vari continuamente d'altezza il raggio delle ruote, si sono presi qui come dati di partenza questi due valori or trovati di s e di ρ, corrispondenti ad eguale coefficiente di resistenza al rotolamento:

$$F_x = F_2 = 0{,}001$$

e si sono calcolati i valori successivamente crescenti e decrescenti di questi due coefficienti per le successive variazioni di altezza dei raggi delle ruote, di 10 in 10 *cm*, tanto in meno che in più, da $R = 0{,}10\ m$ fino a $R = 2\ m$.

I risultati avuti, si sono poi riuniti nel quadro N. 2, dall'ispezione del quale si deduce quanto già si poteva preve-

dere oltre al già detto, cioè in primo luogo che la legge di progressione è molto diversa, motivo per cui una delle due formule ha torto, oppure tutte e due; in secondo luogo poi, che, nel caso di ruote man mano più alte e strade più liscie, il coefficiente F_x si avvicina sempre più alla forma eminentemente semplice di $F_x = \frac{1}{4}\frac{s}{R}$, mentrechè il coefficiente F_2 non è suscettibile di alcuna semplificazione.

Confronto del coefficiente F_x con quello analogo del Gerstner.

Come si può ricavare dalla formula riportata a pag. 393 del volume I della *Rivista d'artiglieria e genio*, anno 1896, il Gerstner darebbe al coefficiente di resistenza al rotolamento, come qui vien inteso, il valore seguente:

$$F_3 = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3\,(P+p)}{\varphi\,.\,b\,.\,R^2}}$$

nella quale espressione, oltre ai valori già notati, si avrebbero:

φ = scabrosità del terreno;

b = larghezza dei cerchioni delle ruote.

Paragonando questa formula con quella del Dupuit:

$$F_2 = \frac{\rho}{R\sqrt{R}}$$

e coll'altra prima ricavata:

$$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{s}{R} + \frac{1}{4}\left(\frac{s}{R}\right)^3 + \ldots\ldots\right]$$

si può dedurre che, per una identica e costante scabrosità della strada, i conseguenti valori che si avrebbero dalle 3 espressioni, col crescere del raggio delle ruote, diminuirebbero in varia misura, mantenendosi il valore di F_x entro una media quasi proporzionale tra gli altri due F_2 ed F_3, come facilmente si vede nel qui annesso quadro N. 3, calcolato e ricavato in analogia al quadro N. 2.

E anche qui scaturisce indiscusso, che il coefficiente F_x è da preferirsi agli altri due.

Se nello stesso valore di F_3 si tiene invece costante il raggio R, facendo variare la scabrosità della strada, è da osservarsi anzi tutto che questa scabrosità non dovrebbe crescere con φ che è eminentemente grande, ma con $\frac{1}{\varphi}$; e che per $(P+p)=1000$, con $b=0{,}10$, si avrebbe $\frac{1}{\varphi}=0{,}000\,000\,158\,054$.

La resistenza al traino poi, data da F_3, crescerà, in questo caso, in ragione diretta della radice cubica di una frazione piccolissima, aumentando così molto più rapidamente che non quella data da F_2; e con poco accordo pure coi valori che si avrebbero per l'F_x.

Ragione vorrebbe pertanto, dopo tutto ciò, che il coefficiente F_x fosse da preferirsi agli altri due, essendo risultato molto più corrispondente allo scopo nei varî casi che si potevano contemplare; e ciò d'altronde era in gran parte da aspettarsi, perchè l'F_x è stato qui dedotto in modo geometrico diretto, mentrechè degli altri due non è cognita a chi scrive la deduzione logica.

Vantaggi delle ruote alte.

I tre coefficienti F_x, F_2, ed F_3, qui presi in esame, si accordano tutti nel dimostrare che lo sforzo occorrente per trainare, con moto uniforme, un veicolo a ruote (su strada orizzontale) diminuisce dal più al meno, man mano che il raggio delle ruote si fa maggiore. Se ne può quindi inferire che, raddoppiando o triplicando l'altezza delle ruote, si impiegherebbe la metà o il terzo dello sforzo occorrente per trainare il veicolo, su strada ben inteso orizzontale, e astrazion fatta dall'attrito dei fusi. Ma quest'ultimo attrito dei perni delle ruote diminuisce pure in ragione diretta dello

alzamento delle ruote; e l'applicazione poi di cilindretti tra i fusi e le boccole, già proposta da qualcuno, e che sarebbe di maggior rendimento che non nei velocipedi, potrebbe ridurre questo attrito a una quantità trascurabile.

Non è a ritenersi con tutto ciò che si possa, a mo' d'esempio, addivenire quanto prima a una riforma completa dei vagoni ferroviari, perchè, oltre alla maggiore spesa pei medesimi, vi sarebbe pur quella dei piani caricatori, e tante altre; ma se una miglioria del genere sarà troppo difficile da ottenersi in breve tempo pei vagoni merci, le stesse difficoltà non esisterebbero pei vagoni viaggiatori, potendosi i medesimi fabbricare a due piani, per averne uno totalmente libero dalle ruote più alte; oppure anche ad un piano solo, più alto dell'attuale, e con sottopiano per bagagli e merci. Quest'ultima disposizione sarebbe poi adattatissima per vagoni viaggianti da soli con macchina propria, tanto sui tram, che sulle ferrovie percorrenti valli ricche di forze idrauliche.

D'altronde in vista della maggior velocità a cui continuamente si tende coi treni celeri, una maggior altezza nelle ruote porterebbe anche il vantaggio pratico di molto minori scosse o sussulti. Pel solo fatto di ruote con circonferenza doppia, il numero dei soprassalti sarebbe ridotto a metà, corrispondendo questi d'ordinario al numero di giri dei fusi nelle boccole; e l'intensità degli urti si troverebbe nel tempo stesso diminuita per l'azione meno diretta del cerchione esterno contro le piccole asperità delle rotaie.

I vagoni con aperture in testata, e un po' più lunghi degli ordinari, sono già i più indicati per economia di costruzione e di servizio; e l'ostacolo pratico contro una maggior lunghezza vien dato dal maggior costo dei due carrelli di sostegno a 4 ruote, che occorrerebbero di conseguenza.

In sostituzione però di ognuno di questi carrelli, si potrebbe forse applicare convenientemente, verso le estremità di ogni carro lungo, una coppia di ruote alte, e senza labbro, per evitare il confricamento di questo coll'interno delle rotaie; ma coll'aggiunta, nello stesso tempo, di 4 altre ruote più piccole e inclinate a 45 gradi, le quali scorrendo lungo

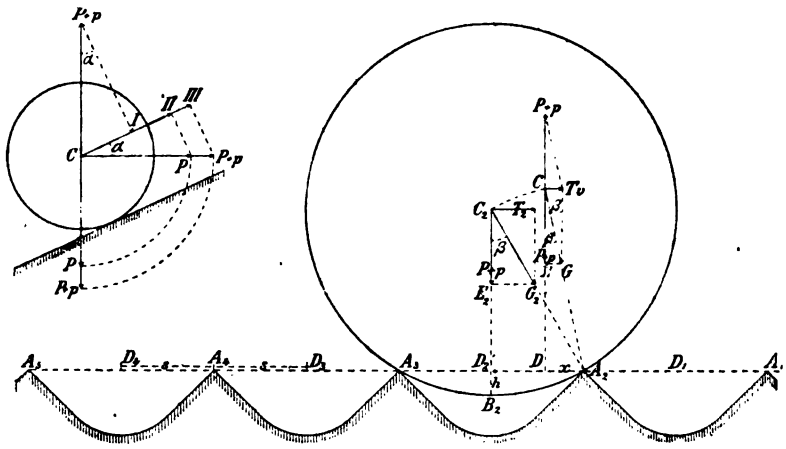
l'interno delle rotaie, servirebbero da direttrici senza portar peso, senonchè alquanto nelle curve.

Il professore Giorgio Kaiser, nella sua opera sulla costruzione dei carri militari, testè pubblicata dal comitato tecnico-militare di Vienna, rileva pure l'immenso vantaggio delle ruote di gran diametro, consigliandone in pari tempo l'applicazione la più estesa. E miglior applicazione è da ritenersi non vi possa essere di quella fatta ai treni celeri, per le maggiori velocità tanto ricercate, pel minor sforzo di trazione che ne consegue, e per la maggiore comodità delle persone trasportate.

GIOVANNI BERTINI
tenente colonnello.

QUADRO N. 1. — *Per la ricerca del coefficiente di resistenza al rotolamento di una ruota su strada.*

Fig. 1.ª Fig. 2.ª



Notazioni.

$T_u = I + II + III$: come rilevasi dalla fig. 1ª: e trasformabile in

$T_u = (P + p) \operatorname{sen} \alpha + f \frac{r}{R} P \cos \alpha + F (P + p) \cos \alpha =$ sforzo uniforme del traino, [1]

che pel caso ipotetico di $\alpha = 0$, con $f = 0$, diventerebbe, come da fig. 2ª:

$T_v = (P + p) \operatorname{tang} \beta =$ sforzo variabile di trazione orizzontale. E dalla stessa fig. 2ª:

$T_{v_1} = (P + p) \frac{x}{\sqrt{R^2 - x^2}} =$ sforzo variabile della trazione orizzontale, al variare della ascissa x. [3]

$T_m = \frac{R - \sqrt{R^2 - s^2}}{2 s} (P + p) =$ sforzo medio e continuo, orizzontale; dal quale emerge: [5]

$F_r = \frac{R - \sqrt{R^2 - s^2}}{2 s} =$ coefficiente di resistenza dell'attrito di rotolamento, [6]

il quale, sviluppato in serie, diviene:

$$F_r = \frac{1}{4}\left[\frac{s}{R} + \frac{1}{4}\left(\frac{s}{R}\right)^3 + \frac{1}{8}\left(\frac{s}{R}\right)^5 + \frac{5}{64}\left(\frac{s}{R}\right)^7 + \dots\right]. \quad [7]$$

QUADRO N. 2. — *Pel confronto dei valori progressivi dei coefficienti* F_x *ed* F_2 *al variare successivo dell'altezza delle ruote e per una costante scabrosità di strada.*

$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{s}{R} + \left(\frac{s}{R}\right)^3 + \frac{1}{8}\left(\frac{s}{R}\right)^5 + \dots\right]$	$F_2 = \frac{\rho}{R\sqrt{R}}$
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,10} + \frac{1}{4}\left(\frac{0,002}{0,10}\right)^3 + \dots\right] = 0,005\,000$	$F_2 = \frac{\rho}{0,1\sqrt{0,1}} = 0,111\,8$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,20} + \frac{1}{4}\left(\frac{0,002}{0,20}\right)^3 + \dots\right] = 0,002\,500$	$F_2 = \frac{\rho}{0,2\sqrt{0,2}} = 0,03$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,30} + \frac{1}{4}\left(\frac{0,002}{0,30}\right)^3 + \dots\right] = 0,001\,666$	$F_2 = \frac{\rho}{0,3\sqrt{0,3}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,40} + \frac{1}{4}\left(\frac{0,002}{0,40}\right)^3 + \dots\right] = 0,001\,250$	$F_2 = \frac{\rho}{0,4\sqrt{0,4}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,50} + \frac{1}{4}\left(\frac{0,002}{0,50}\right)^3 + \dots\right] = 0,001\,000$	$F_2 = \frac{\rho}{0,5\sqrt{0,5}} = \frac{0,000\,353\,555}{0,353\,555} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,60} + \dots\right] = 0,000\,842$	$F_2 = \frac{\rho}{0,6\sqrt{0,6}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,70} + \dots\right] = 0,000\,715$	$F_2 = \frac{\rho}{0,7\sqrt{0,7}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,80} + \dots\right] = 0,000\,625$	$F_2 = \frac{\rho}{0,8\sqrt{0,8}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{0,90} + \dots\right] = 0,000\,555$	$F_2 = \frac{\rho}{0,9\sqrt{0,9}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{1,00} + \dots\right] = 0,000\,500$	$F_2 = \frac{\rho}{1,0\sqrt{0,10}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{1,10} + \dots\right] = 0,000\,455$	$F_2 = \frac{\rho}{1,1\sqrt{1,1}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{1,20} + \dots\right] = 0,000\,417$	$F_2 = \frac{\rho}{1,2\sqrt{1,2}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{1,50} + \dots\right] = 0,000\,333$	$F_2 = \frac{\rho}{1,5\sqrt{1,5}} = 0,00$[illegible]
$F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{0,002}{2,00} + \dots\right] = 0,000\,250$	$F_2 = \frac{\rho}{2,0\sqrt{2,0}} = 0,00$[illegible]

QUADRO N. 3. — *Pel confronto dei valori progressivi dei coefficienti* F_x, F_2 *ed* F_3 *al variare successivo dell'altezza delle ruote e per una costante scabrosità di strada.*

del raggio R delle ruote	$F_x = \frac{R - \sqrt{R^2 - s^2}}{2s}$ $F_x = \frac{1}{4}\left[\frac{s}{R} + \frac{1}{4}\left(\frac{s}{R}\right)^3 + \dots\right]$	$F_2 = \frac{\rho}{R\sqrt{R}}$	$F_3 = \frac{3}{8}\sqrt{\frac{3(P+p)}{\varphi\, b\, .\, R^2}}$ $F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{R^2}}\left(\frac{3}{8}\sqrt{\frac{3(P+p)}{\varphi\, .\, b}}\right) = \sqrt[3]{\frac{1}{R^2}}$ (X)
	Rendendo costanti in ognuna di queste tre espressioni, le quantità s, ρ, φ, che rappresentano rispettivamente la scabrosità della strada, e variando continuamente il raggio R, si ottiene quanto segue		
= 0,5	$F_x = 0{,}001$	$F_2 = 0{,}001$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(0{,}5)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}001\,000$
= 0,6	$F_x = 0\,000\,842$	$F_2 = 0{,}000\,761$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(0{,}6)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,886$
= 0,7	$F_x = 0{,}000\,715$	$F_2 = 0{,}000\,604$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(0{,}7)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,799$
0,8	$F_x = 0{,}000\,625$	$F_2 = 0{,}000\,494$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(0{,}8)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,735$
0,9	$F_x = 0{,}000\,555$	$F_2 = 0{,}000\,414$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(0{,}9)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,676$
1,0	$F_x = 0{,}000\,500$	$F_2 = 0{,}000\,306$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(1{,}0)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,630$
1,5	$F_x = 0{,}000\,333$	$F_2 = 0{,}000\,192$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(1{,}5)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,481$
2,0	$F_x = 0{,}000\,250$	$F_2 = 0{,}000\,125$	$F_3 = \sqrt[3]{\frac{1}{(2{,}0)^2}}\,(0{,}00063) = 0{,}000\,397$

GIOVANNI BERTINI
tenente colonnello.

L'ACETILENE

1. — Premessa.

Nel fascicolo del mese di maggio 1895, la *Rivista d'artiglieria e genio* richiamava l'attenzione de' suoi lettori sopra un gas — l'*acetilene* — il quale, sebbene conosciuto da parecchi lustri, tuttavia solo in questi ultimi anni è uscito dal gabinetto del chimico per ricevere applicazioni industriali; e, dopo aver accennato che quel gas si poteva ottenere trattando semplicemente con acqua il carburo di calcio, soggiungeva: « siccome la produzione del carburo di calcio potrà fra breve ottenersi industrialmente su grande scala, così vi è motivo di ritenere che presto, con procedimenti molto semplici, si potrà riuscire a produrre in grandi quantità un gas di potere calorifero così notevole, come l'acetilene ».

I fatti confermarono pienamente le previsioni della *Rivista*, poichè nel breve lasso di tempo trascorso dal maggio dello scorso anno in poi, essendosi perfezionato il metodo di ottenere industrialmente il carburo di calcio, si fondarono in Europa, e in America specialmente, parecchie società collo scopo di fabbricare un simile prodotto. Tra esse basti menzionare una società di Filadelfia, di recente costituzione, la quale ha impiantata la sua fabbrica al Niagara, impiegando pel momento 500 *HP*, coi quali spera di produrre 5000 *kg* di carburo al giorno, ma che pare abbia fatto contratto per 5000 cavalli di forza.

Contemporaneamente ai perfezionamenti apportati nella fabbricazione del carburo di calcio, si idearono, e si perfezio-

narono successivamente gli apparati per la produzione dell'acetilene, e si studiò di trarre il miglior partito possibile non solo del grande potere luminoso del nuovo gas, ma anche di altre sue importanti proprietà, per le quali esso può opportunamente essere impiegato come forza motrice, come sorgente di calore e come elemento principale per la fabbricazione di prodotti della chimica organica, quali l'alcool e lo zucchero.

Conseguenza degli studi ora accennati si fu che l'acetilene ricevette già numerose applicazioni nel campo industriale, e il suo impiego come gas illuminante va rapidamente estendendosi, sia perchè fornisce una luce simpatica, sia perchè gli apparecchi per produrlo sono semplici e si può dar loro le dimensioni che si vuole, tanto da poterli stabilire in un angolo qualunque dei locali da illuminare, e sia perchè, anche col prezzo tuttora relativamente elevato del carburo, il nuovo sistema d'illuminazione costa meno degli altri finora usati.

I corpi tecnici dell'esercito e dell'armata non potevano rimanere indifferenti di fronte ad un nuovo trovato della scienza e dell'industria, il quale destava meritatamente tanto interesse. Essi pertanto lo presero a studiare da vicino per vedere quale partito si poteva trarne nel campo dell'ingegneria militare. Per ora, da quanto a noi consta, l'acetilene si sta applicando alle segnalazioni semaforiche ed a quelle di telegrafia ottica; ma non si tarderà molto, se pure qualcuno non vi ha già pensato, ad applicarlo all'illuminazione delle caserme, degli ospedali, dei forti e delle batterie, e altresì alle lampade potenti destinate a facilitare l'esecuzione dei lavori notturni eseguiti dalle truppe tecniche, in pace od in guerra, e nei proiettori (in sostituzione della luce elettrica) per illuminare il terreno a distanza nell'attacco e nella difesa di piazze forti o di posizioni rafforzate.

Si è in vista appunto dell'importanza che l'acetilene offre anche dal lato tecnico militare, che abbiamo ritenuto opportuno presentare ai lettori della *Rivista* questo studio, compilato colla scorta delle migliori pubblicazioni finora uscite sull'argomento e di appunti presi nella visita fatta di alcuni impianti industriali del nuovo gas.

2. — Cenni storici.

L'acetilene fu ottenuto la prima volta nel 1836 dal chimico inglese Edmondo Davy, trattando coll'acqua il carburo di potassio, composto che era stato ottenuto dal celebre Humphrey Davy, suo cugino.

Più tardi, nel 1849, il Berthelot l'ottenne per sintesi, producendo l'arco voltaico fra due bastoncini di carbone in una atmosfera d'idrogeno, e nel 1862 il Wöhler scoprì che il nuovo gas si poteva avere anche trattando il carburo di calcio coll'acqua.

Parecchi altri chimici, tra cui il Perrot, il Quet, lo Suida, e lo stesso Berthelot, produssero l'acetilene con procedimenti chimici più o meno complicati; ma di tutti i procedimenti applicati nei laboratori, il solo che poi si trovò conveniente per le applicazioni industriali fu quello basato sulla scomposizione del carburo di calcio per mezzo dell'acqua, indicato dal Wöhler, dopochè il caso portò alla scoperta di un metodo economico per ottenere in grandi quantità il carburo di calcio.

Ed ecco come.

Nel 1888 T. L. Willson, ingegnere della Willson Alluminium Company a Spray nella Carolina del nord, facendo esperienze per ottenere una lega di alluminio e di calcio, mediante la riduzione della calce col carbone, in un forno elettrico di sua invenzione, ottenne un composto bruno e denso che gettò, come cosa inutile, in un recipiente d'acqua. E siccome dall'acqua si sprigionò un gas, che riconobbe tosto per acetilene, ne dedusse che la materia gettatavi non era altro se non carburo di calcio.

Willson allora, riflettendo che se il carburo di calcio fosse diventato un prodotto industriale, vi sarebbe stata tutta la convenienza di produrlo per ottenere l'acetilene su larga scala, intraprese all'uopo apposite esperienze; il risultato delle quali si fu l'adozione di un forno elettrico speciale, adatto alla pro-

duzione del carburo, di che si tratta, in grande quantità. Più avanti daremo un cenno descrittivo di simile forno.

Mentre queste esperienze di esito molto soddisfacente si eseguivano in America, altri studi si compievano in Europa. Così il Moissan, in Francia, ottenne nel 1894 alcuni cristalli di carburo di calcio purissimo, fondendo in un forno elettrico una miscela di calce viva e di carbone di zucchero. Ma il forno del Moissan non si presta alle grandi produzioni, come quello del Willson, il quale perciò si deve ritenere come il prototipo dei forni elettrici oggidì impiegati nelle varie fabbriche di produzione del carburo di calcio.

Da quanto precede risulta che la quistione dell'acetilene è intimamente connessa con quella del carburo di calcio, laonde noi tratteremo prima di questo prodotto dell'industria e poi passeremo a parlare del nuovo gas che esso serve a produrre.

3. — Il carburo di calcio.

Come venne più sopra accennato, l'ing. T. L. Willson fu il primo ad ottenere, mediante un forno elettrico, il carburo di calcio in grande quantità. Dopo i buoni risultati ottenuti con un forno di piccole dimensioni, la Willson Aluminium Company permise al suo direttore di far un impianto più in grande, impiegando una dinamo di 2000 ampère e 35 volt e costruendo il forno indicato nella fig. 1ª (1). Questo forno è così costituito: una piastra di carbone *P P* di 25 *mm* di grossezza porta lungo uno de' suoi margini un'asta di ferro, che comunica con una dinamo *D*; sulla piastra poggia tutt'all'ingiro la muratura refrattaria del forno e nel mezzo il crogiuolo *C* di grafite contenente la miscela di calce e carbone da trattare; sul crogiuolo scende un cilindro di carbone rivestito di rame, e cavo lungo il suo asse per lasciare sfuggire i gas che si svi-

(1) Quanto riguarda la fabbricazione del carburo di calcio abbiamo ricavato, in gran parte, dalla *Memoria sull'Acetilene e le sue applicazioni industriali*, dell'ing. L. Belloc (Roma, Tip. F.lli Centenari, 1896).

luppano durante la reazione. Il cilindro fa capo all'altro polo della dinamo.

Superiormente il forno è ricoperto da una lastra di carbone *L L*, munita di un foro per il passaggio della materia da fondere.

Il fondo del crogiuolo è provvisto di un foro *f* di colata perchè il forno possa essere ad azione continua.

Per far agire il forno, messa in azione la dinamo, si abbassa il cilindro di carbone, e, stabilito l'arco voltaico, dal foro del coperchio si immette nel crogiuolo la miscela da trattare e si allontana il carbone di quel tanto che occorre a mantenere l'arco voltaico per la fusione.

Di mano in mano che il carburo di calcio ottenuto esce dal foro inferiore *f*, si aggiunge nuova miscela nel crogiuolo.

Preso il brevetto del forno ora descritto, Willson fondò nel 1893 l'*Electric Gas Company*, avendo gli americani battezzato l'acetilene col nome di *gas elettrico* in vista della sua origine elettrotermica.

Altri forni più perfezionati furono in seguito applicati per la preparazione del carburo di calcio, alcuni dei quali *ad arco voltaico* come quello dell'Willson, ed altri *a circuito chiuso*. Tra i molti accenneremo a quello della *Neuhausen Alluminium Gesellschaft* (Svizzera), rappresentato nella fig. 2ª.

« Questo forno elettrico si compone di una robusta cassa di ghisa *a* entro cui si trova una muratura *A* costituita da mattonelle di carbone, negl' interstizii delle quali venne colato del catrame. La parte interna è cava per formare il crogiuolo, e nel suo fondo si apre un foro di colata. Superiormente trovansi tre aperture: due, *n* ed *n'* munite di coperchio *o*, *o'*, servono per introdurre in modo continuato la miscela da trattarsi; la terza dà passaggio ad una serie *B* di lastre *b* di carbone (disposte normalmante al piano del disegno) elettricamente riunite col polo positivo della dinamo, e collegate in alto da un semplice congegno che permette di abbassarle di mano in mano che si consumano col

passaggio della corrente. Questa, attraversando la massa da fondere e la muratura *A*, ritorna al polo negativo della dinamo per un filo che fa capo ai bottoni *a'*, *a'* infissi nella cassa di ghisa *a*. Due sfiatatoi *k*, *k'* pieni di carbone di legno dànno sfogo ai gas che si formano nella massa in fusione. Il forno è, come si vede dal disegno, ad azione continua, e di quando in quando si scarica il carburo di calcio formatosi, in una cassa *tc* portata da carrello a ruote scorrevoli su rotaie opportunamente disposte sul suolo. »

Nella miscela da farsi per alimentare i forni elettrici producenti il carburo di calcio, si può impiegare tanto il coke quanto il litantrace; ma la prima specie di carbone è preferita alla seconda, anzitutto perchè, non dando il coke prodotti volatili come il litantrace, la miscela in fusione non viene disturbata, e in secondo luogo perchè il coke è capace di maggior rendimento in carbonio, e perciò, a parità di produzione giornaliera di carburo prestabilita, si possono dare ai forni minori dimensioni di quelle che occorrerebbero se si impiegasse il litantrace.

Essendo $Ca\,C_2$ la formola del carburo di calcio, la proporzione teorica di calce e di carbonio per produrre 100 *kg* di carburo risulta dalle seguenti formole:

$$Ca\,O + 3\,C = Ca\,C_2 + CO$$
$$\text{pesi atomici} \quad 56 + 36 = 64 + 28$$

ossia, per 100 parti di carburo $87{,}50 + 56{,}25 = 100 + 43{,}75$

$$\text{e} \quad \begin{cases} Ca\,C_2 = Ca + 2\,C \\ 100 = 62{,}50 + 37{,}50. \end{cases}$$

Cioè, per ottenere 100 *kg* di carburo di calcio occorrerebbero 87,50 *kg* di calce pura e 56,25 *kg* di carbonio puro, ossia 143.75 *kg* di miscela, di cui 43,75 *kg* se ne andrebbero dal forno sotto forma di ossido di carbonio. Nei 100 *kg* di carburo poi entrano 62,50 *kg* di calce e 37,50 *kg* di carbonio.

Ma in commercio non si trova nè la calce, nè il carbonio senza impurità, e, ritenendo che queste impurità entrino nella proporzione del 10 % sia nell'uno che nell'altra, per ottenere 100 *kg* di carburo occorreranno 97,20 *kg* di calce e 62,50 *kg* di carbone. Di ciò bisogna tener conto quando si voglia calcolare il costo unitario del carburo di calcio.

A proposito di questo costo, aggiungeremo che il valore delle materie prime è di poca importanza, perocchè, basandoci sui prezzi correnti della piazza di Genova, si ha per costo medio della calce L. 20 alla tonnellata, e per quello del coke L. 32 pure alla tonnellata. Le aliquote maggiori del costo unitario, invece, sono date dalla spesa necessaria per produrre l'arco voltaico e dalla spesa occorrente per il rifornimento del carbone elettrodo: questa si può ritenere in media di L. 0,50 il *kg* di carbone, quella invece varia col variare della specie del motore col quale si fanno agire le dinamo. E ciò spiega le divergenze sensibilissime che si riscontrano nei dati forniti in proposito dagli scienziati e dai tecnici che hanno studiata la questione. Bisogna poi aggiungere le piccole spese di triturazione e di preparazione della miscela di calce e carbone, di manutenzione dei forni, di mano d'opera, di imballaggio e di trasporto. Infine, occorre tener conto delle spese generali: tasse, perdite, utile per i produttori e per i rivenditori, per poter dedurre il prezzo di vendita del carburo.

L'ing. Belloc, nel suo studio già citato in nota, ha calcolato nel modo che segue il prezzo di rivendita del carburo di calcio per una fabbrica che si volesse impiantare in Italia, nella favorevole condizione di un impianto elettrico mosso dall'acqua. Per 1 tonnellata di carburo al 90 %:

kg 972 calce a L. 0,02 il *kg*	L.	19,50
» 625 coke a L. 0,032 il *kg*	»	20,00
» 240 carbone elettrodo a L. 0,50 il *kg* .	»	120,00
335 *HP* per 24 ore a L. 0,266 per cavallo.	»	89,50
A riportarsi . . .	L.	249,00

Riporto . . .	L.	249,00
Triturazione e preparazione della miscela . .	»	5,00
Manutenzione dei forni.	»	10,00
Mano d'opera	»	9,00
Imballaggio . . . . . , ...	»	15,00
Trasporto (calcolato in media 250 *km.* a L. 0,05 per Tonn.-*km*)	»	12,50
Ammortizzazione del capitale, spese di direzione e di amministraz., tasse, perdite, eventualità	»	199,50
Totale. . .	L.	500,00
Beneficio 5 % ai produttori	»	25,00
Id. 5 % ai rivenditori.	»	25,00
Totale complessivo	L.	550,00

Dunque il costo minimo del carburo prodotto in Italia in condizioni favorevoli sarebbe di L. 55 al quintale. Ora siamo ancora lontani da questo prezzo, importando noi il carburo dall'estero.

Di fabbriche di carburo se ne hanno presentemente 4 in Europa, 1 in Asia, 1 in Africa e 9 in America; parecchie altre sono in corso d'impianto.

Le 4 fabbriche europee che già producono il carburo sono:

quella di *Froges*, in Francia, che è situata a metà strada fra Chambery e Grenoble sul torrente des Adress affluente dell'Isère, e la cui produzione raggiunge i 300 *kg* al giorno;

quella di *Vallorbes*, pure in Francia, con una produzione di 300 *kg* al giorno;

quella di *Neuhausen*, in Svizzera, che dà un prodotto giornaliero di 1500 *kg*;

e quella di *Bitterfeld* in Prussia.

Il carburo della società di Neuhausen costa in fabbrica L. 45 il quintale, ed a Roma si vende all'ingrosso a L. 80, e al minuto a L. 95.

Tra le fabbriche in costruzione meritano menzione le due seguenti: quella di *Leeds*, per conto della The Acetylene Illuminating Co. Lim.d di Londra; e l'altra del *Niagara*, della Electric Gas Co. di New-York, già accennata.

Siccome la produzione giornaliera delle due fabbriche ora indicate sarà molto superiore a quella di tutte le altre, così dai prezzi che esse pretenderanno si potrà dedurre con sicurezza il prezzo vero di costo del carburo.

Dai primi esperimenti fatti a Leeds è risultato che il costo di fabbrica del prodotto di che si tratta non potrà essere inferiore alle L. 24 al quintale, e perciò possiamo dire fin d'ora che da noi non lo si potrà acquistare a meno di L. 50 al quintale.

In Italia, già parecchie ditte, tra cui principali una a Milano e l'altra a Roma, si sono fatte promotrici di società anonime, collo scopo di fabbricare il carburo di calcio col brevetto della società di Neuhausen.

Ma il problema che esse devono risolvere per poter far concorrenza alle fabbriche estere non è dei più facili. Perocchè, in vista appunto di questa concorrenza, esse non pensano certo all'impiego di macchine a vapore come motrici; e non avranno interesse di ricorrere a macchine idrauliche se non nel caso di forze non altrimenti utilizzabili. Invece, potrà forse loro convenire di produrre il carburo di calcio facendo lavorare, *di giorno*, le officine di energia elettrica destinate all'illuminazione, le quali, mentre hanno immobilizzati ingenti capitali e sono gravate da forti spese generali, ora rimangono inattive per buona parte della giornata; giacchè ben poche di essè fanno uso di accumulatori stante l'elevato prezzo ed i numerosi inconvenienti insiti ad essi.

Sulla fabbricazione del carburo di calcio non è però detta l'ultima parola. In Inghilterra si sta studiando il modo di produrlo senza l'intervento dell'arco voltaico, elevando con opportuni espedienti il regime di temperatura di speciali forni metallurgici; e gli Americani sembra siano sulla via di ottenerlo con un procedimento chimico, che permetterebbe loro di giungere ad un prezzo di fabbricazione di L. 35 la tonnellata, con un risparmio di 150 a 200 lire sul metodo ora seguito.

Il carburo di calcio è di colore grigio-scuro, con leggera tinta rossastra, se è di buona qualità; ha frattura cri-

stallino-metallica ed ha un peso specifico di 2,262. È sostanza molto igrometrica, ed esposto all'aria esala un forte odore di aglio bruciato, dovuto al gas acetilene che si svolge combinandosi col vapor acqueo dell'atmosfera. In seguito a questa combinazione, il carburo si ricopre di un sottile strato di calce idrata che lo protegge da ulteriore azione dell'umidità su di esso. Per conseguenza, nell'aria perfettamente secca, oppure in vasi ermeticamente chiusi, si mantiene inalterato. Non è infiammabile. È insolubile in tutti i solventi ordinari, compresi il solfuro di carbonio, il petrolio, la benzina. Trattato coll'acqua e cogli acidi diluiti svolge, con potente reazione, acetilene, lasciando depositare idrato di calce.

La *Neuhausen Gesellschaft* mette in commercio il carburo in fusti di latta ermeticamente chiusi, e quando lo si cava da questi fusti conviene scegliere un ambiente asciutto; ad ogni modo, va chiuso subito in vasi smerigliati o meglio in piccoli recipienti di ferro o di zinco con coperchio guernito di gomma o di amianto.

Oltre che per la produzione dell'acetilene a scopo industriale, è stato proposto di impiegare il carburo di calcio contro la filossera. A tal fine basterebbe spargerlo nei terreni infetti, poichè svilupperebbe acetilene, nemico di quell'insetto fatale ai vigneti.

4. — L'ACETILENE.

Come abbiamo già accennato, trattando il carburo di calcio ($Ca\ C_2$) coll'acqua, si sviluppa acetilene ($C_2\ H_2$) e si deposita idrato di calce. La reazione che avviene è indicata dalla formola seguente:

$$Ca\ C_2 + 2\ H_2\ O = C_2H_2 + Ca\ (OH)_2$$

pesi atomici $\quad 64 + 36 = 26 + 74$

ossia per 100 parti di carburo $100 + 56{,}25 = 40{,}63 + 115{,}62$ da cui si vede che con 100 parti in peso di carburo di calcio si ottengono 40,63 parti in peso di acetilene.

Quest'ultimo (costituito da 92,30 parti in peso di carbonio e di 7,70 parti di idrogeno) è un gas incoloro, avente un odore penetrante e pungente di aglio bruciato (1); la sua densità è 0,91 rispetto all'aria, e siccome questa pesa 1,293 *g* al litro, il peso di un litro di acetilene è di 1,177 *g*, a zero gradi e a 760 *mm* di pressione.

Ora, se 100 *kg* di carburo producono 40,63 *kg* di acetilene, 1 *kg* di carburo produrrà 0,4063 *kg*, ossia 406,3 *g* di quel gas, pari a litri $\frac{406,3}{1,177}$ = litri 345 circa, a zero gradi e alla temperatura ordinaria.

Per ottenere l'oradetto rendimento però bisognerebbe che il carburo impiegato fosse chimicamente puro. Col carburo del commercio invece al 90 %, la quantità di acetilene che si ricava da 1 *kg* di carburo è di 310 litri in cifra tonda, ossia per avere 1 m^3 di acetilene occorrono 3,20 *kg* circa di carburo.

Per produrre il gas acetilene si può far uso di un apparecchio semplicissimo, quale è quello riportato a pag. 333 della puntata di maggio 1895 di questa *Rivista*; ma, se un siffatto apparecchio può servire per qualche esperienza, non sarebbe certamente nè pratico, nè economico per un impianto industriale, e neppure per un impianto privato. Molti sono gl'inventori che ottennero il brevetto di apparecchi per una produzione pratica del gas che consideriamo, ma pochi sono quelli che hanno risolto convenientemente il problema, cioè che hanno presentati apparecchi possedenti i requisiti seguenti: sicurezza completa, perfetta automaticità di produzione, solidità e semplicità di costruzione, conservazione del carburo mentre l'apparecchio non funziona, cambio della carica senza interrompere il funzionamento, uso facile alla portata di tutti, piccolo volume, modico prezzo, facile manutenzione.

Alcuni, per conseguire la perfetta automaticità e il funzionamento continuo, hanno costrutti apparecchi complicati

(1) Di questa proprietà conviene trar partito nella ricerca delle fughe del gas dai tubi di condottura, facendo cioè tale ricerca coll'olfato anzi che col lume.

e costosi; altri, al contrario, avendo solo di mira la semplicità di costruzione e il prezzo limitato, sono riusciti a ottenere apparecchi non automatici, poco solidi, a funzionamento non continuo. Questa è la causa principale per cui finora non si sono fatti che pochi impianti a gas acetilene sia ad uso industriale sia ad uso privato.

Tra i pochi apparecchi per la produzione dell'acetilene, che riuniscono i requisiti sopra indicati, meritano menzione quelli della società italiana pel carburo di calcio, per l'acetilene ed altri gas di Roma. Questi apparecchi sono di diverse grandezze a seconda della quantità di acetilene che devono fornire all'ora. Ne sono già stati costrutti parecchi modelli (di lamiera di ferro zincato), di cui il più piccolo può ricevere la carica di 1 *kg* di carburo, e il più grande ne riceve 48. E siccome ogni *kg* di carburo produce 300 litri circa di acetilene, così la produzione di ogni carica varia da litri 300 a litri 14 400. Il consumo orario dell'acetilene può variare da 125 a 4000 litri. Lo spazio occupato da un minimo di 0,80 × 0,55 di base e 1,20 di altezza col tipo più piccolo, sale a 2,30 × 1,30 di base e 2,80 di altezza pel tipo più grande; il peso approssimativo da 100 *kg* sale a 1400, e il prezzo da L. 160 a L. 1400.

La fig. 3ª rappresenta in prospetto uno dei modelli sopra accennati.

Q, *Q* sono i generatori contenenti il carburo su apposite griglie, e collocati entro i recipienti *V*, *V* ripieni di acqua che funzionano da refrigeranti; l'acqua della vasca *A*, la quale è suddivisa in due scompartimenti, corrispondenti ai due generatori, giunge a contatto del carburo mediante i sifoni *S*, *S*, e il gas che si svolge nei generatori *Q*, *Q* è condotto in un gazometro comune, costituito dal serbatoio *N* ripieno d'acqua e dalla campana *C* in esso capovolta, per mezzo dei tubi *t* e dopo essere passato per un raffreddatore *R*. Quest'ultimo ha ancora l'ufficio di sostenere la vasca *A*. I robinetti *r* servono ad isolare, all'occorrenza, i generatori.

Al fine di ottenere l'automaticità di produzione del gas, è stata adottata una disposizione di leve *m*, *m*, per la quale

i robinetti *G*, *G* dell'acqua di alimentazione vengono chiusi quando la campana *C* del gazometro si è sollevata per circa $^2/_3$ della sua altezza al di sopra del livello dell'acqua del serbatoio, ed i robinetti stessi si riaprono quando la campana stessa è quasi completamente abbassata.

I robinetti *E*, *E*, posti nella parte inferiore di ciascun generatore servono per la scarica del latte di calce ad operazione finita. Dal robinetto *O* si fa scolare l'acqua condensatasi nel raffreddatore *R*, e proveniente dal vapore d'acqua che l'acetilene trascina seco dai generatori, ove il vapore stesso si forma per l'elevazione di temperatura dovuta all'azione chimica dell'acqua sul carburo di calcio. Infine, *M* è il robinetto di presa del gas, il quale è condotto direttamente ai becchi se si brucia puro, ovvero ad un mescolatore se, come diremo in seguito, si brucia mescolato all'aria.

La pressione che l'esperienza ha dimostrata più conveniente per l'illuminazione coll'acetilene è quella di 25 *mm* circa ai becchi, ed essa si ottiene collocando pesi convenienti *p*, *p*, sulla campana del gazometro. Questi pesi devono naturalmente essere maggiori se si fa uso del mescolatore d'aria, perocchè quest'ultimo produce una perdita di pressione. Per misurare la pressione del gas si adopera un manometro a quadrante o ad acqua.

Dalla breve descrizione fatta dell'apparecchio della società italiana, è facile comprendere come con esso possa ottenersi una produzione continua di gas, poichè, mentre opera uno dei generatori, si può ricaricare l'altro.

Conviene ancora notare che in un simile apparecchio, come del resto in tutti gli altri analoghi, lo svolgimento dell'acetilene si può ottenere in pochi minuti, bastando di porre il carburo in uno dei generatori e farvi giungere l'acqua, con che si ha il mezzo di avere un'illuminazione sempre pronta.

L'acetilene bruciato puro dà una fiamma brillantissima e fissa, ma un po' fuligginosa, a meno che essa non venga ridotta a dimensioni molto piccole. Ciò è difficile ad ottenersi, e quando anche vi si riuscisse bisognerebbe mol-

tiplicare il numero delle fiamme per avere una data intensità totale di luce (1).

Ad evitare un simile inconveniente si pensò, come più sopra abbiamo accennato, di mescolare l'acetilene all'aria. Naturalmente, aumentando la proporzione dell'aria nella miscela, a pari quantità di acetilene bruciata nell'unità di tempo, la fiamma avrà una superficie maggiore e quindi il suo coefficiente di radiazione (o splendore) sarà minore, poichè la luce ottenuta è sempre la stessa sia che quella data quantità di acetilene si abbruci da sola, sia che si abbruci mista all'aria.

Il valore della miscela dovrà dunque stabilirsi caso per caso secondo il coefficiente di radiazione prestabilito, e volendo che questo coefficiente sia massimo, il valore più conveniente sarà quello per cui il rapporto dell'acetilene raggiungerà il limite oltre il quale non si ottiene più una perfetta combustione e perciò la fiamma diventa fuligginosa.

Nello stabilire questo valore conviene ancora tener conto che, entro certi limiti di proporzionalità, la miscela di acetilene e di aria è esplosibile; questi limiti sono i seguenti:

5 % di acetilene e 95 % di aria,
44 % » e 56 % » .

Il massimo dell'esplodibilità si ha colla proporzione 7,7 % di acetilene e 92,3 % di aria.

Dunque le miscele che contengono meno del 5 % o più del 44 % di acetilene non presentano pericolo alcuno.

In pratica si è trovato che la miscela più conveniente è quella contenente il 70 % di acetilene, poichè al disopra di questo limite, coi beccucci odierni, è difficile ottenere una combustione perfetta.

Per evitare seri inconvenienti, la miscela deve compiersi all'esterno del gasometro, facendo arrivare i due fluidi ai

(1) Sembra che una delle prime società di illuminazione della Germania sia riuscita a costruire un beccuccio, col quale è possibile utilizzare il massimo potere illuminante dell'acetilene, senza produzione di fumo regolando convenientemente il tiraggio dell'aria atmosferica.

beccucci per mezzo di due tubi diversi, o meglio impiegando apparecchi speciali, detti *mescolatori*.

Il migliore fra questi è quello ideato dall'americano Allen Walton e adottato in Italia dalla Società italiana pel carburo di calcio, acetilene ed altri gas, già menzionata.

Questo mescolatore (fig. 4ª) consiste in una coppia di contatori da gas rinchiusi in una stessa cassa *Z*.

L'acetilene entra pel tubo *e* nel tamburo di sinistra e lo fa rotare, ed essendo i due tamburi fissati sullo stesso albero, il tamburo di destra aspira l'aria per mezzo di un apposito tubo. I due fluidi poi si raccolgono, mescolandosi, nel piccolo gasometro o regolatore *n* sovrastante, dal quale si fa la presa della miscela mediante il tubo *u*. È facile comprendere come, dando dimensioni convenienti ai due tamburi, quello dell'acetilene e quello dell'aria, si possa ottenere la miscela nelle proporzioni volute, e perciò come il mescolatore agisca automaticamente.

L'apparecchio va disposto esattamente a livello. Tolta la vite di livello *b* e quella del sifone *c*, si introduce nella cassa *Z*, per mezzo del piccolo imbuto *a*, tanta acqua finchè non sfugga per lo sfioratore *b*. Il regolatore *n* si riempie fino a livello della vite *d*. Per il buon andamento del mescolatore è necessario che la pressione al gasometro dell'apparecchio di produzione sia compresa fra 70 ed 80 *mm*. E per la migliore regolarità di tale funzionemento si aggiungono o si tolgono piccoli pesi *f* sulla campana del regolatore.

Il rifornimento dell'acqua del mescolatore va fatto almeno una volta al mese.

I beccucci comunemente impiegati per l'illuminazione coll'acetilene sono quelli a ventaglio Bray (di steatite), distinti coi numeri 3, 2, 1 e con uno o più zeri (fino a sei).

I beccucci 3, 2, 1 si adoprano soltanto per la miscela di acetilene ed aria, e consumano rispettivamente litri 88, 67, 56 di miscela all'ora.

I beccucci 0, 00, 000, 0000, 00000, 000000, invece, servono tanto per le fiamme di acetilene puro quanto per

quelle della miscela coll'aria, e consumano rispettivamente litri 47, 40, 32, 24, 18, 10 di gas o di miscela all'ora.

I beccucci 0 e 00 però sono poco consigliabili con acetilene puro (1).

Come regola generale, si deve ritenere che, tanto coll'acetilene puro quanto colla miscela, è preferibile di suddividere la luce in un numero maggiore di piccole fiamme distribuite in diversi punti degli ambienti da illuminare, e riunite a tre a tre, od a quattro a quattro sopra appositi porta-beccucci.

Le teste dei beccucci vanno tenute accuratamente pulite per evitare l'ostruzione dei forellini da cui esce il fluido, la quale si verifica specialmente quando si abbrucia acetilene puro.

L'acetilene, oltre che allo stato gazoso, può aversi allo stato liquido ed anche allo stato solido, quando venga sottoposto a convenienti pressioni ed abbassamenti di temperatura. Il Villard fornisce in proposito i seguenti dati:

Temperatura in C°.	Pressione in at.
+ 20,2	42,8
+ 15,0	37,9
+ 11,5	34,8
+ 5,8	30,3
0	20,05
— 23,8	13,2
— 40	7,7
— 50	5,3
— 60	3,55
— 70 (acetilene liquido)	2,22
— 81 (punto di fusione)	1,25
— 85	1,00
— 90 (acetilene solido)	0 69

Il peso specifico dell'acetilene liquefatto è di 0,456 a zero gradi e di 0,420 a 16,4 gradi.

(1) Si stanno ora esperimentando beccucci di alluminio, proposti dal dottor Clausolles, il quale sostiene che essi presentano grandi vantaggi su quelli di steatite.

L'acetilene liquido è incoloro, mobilissimo, molto rifrangente, e per ottenerlo in tale stato si può utilizzare la stessa pressione da esso sviluppata, evitando così di ricorrere a motori ed a costose pompe di compressione.

Non staremo a descrivere apparecchi destinati a produrre industrialmente acetilene liquido; diremo solo che il più perfezionato di quelli proposti finora si ritiene l'apparecchio dei signori Dickerson e Suckert, brevettato nel marzo 1895 (1).

In commercio si trovano già da qualche tempo recipienti cilindrici d'acciaio o di ferro fucinato, ripieni di acetilene liquefatto (per lo più ne contengono 450 *g*) (2).

Se si riflette che, a zero gradi, il peso di 1 litro di acetilene gasoso è di 1,177 *g* e quello di un litro di acetilene liquido è di 456 *g*, è facile dedurre che un dato volume di acetilene liquido lasciato evaporare alla predetta temperatura colla diminuzione della pressione ci darà 388 volumi circa $\left(\text{cioè } \frac{456}{1,177}\right)$ di acetilene gassoso. E viceversa, liquefacendo 1 m^3 di acetilene gassoso, questo viene approssimativamente ridotto al volume di litri $2\frac{1}{2}\left(\text{ossia } \frac{1000}{388}\right)$. Di qui appare quale vantaggio si possa trarre dall'acetilene liquido, poichè questo può applicarsi sotto piccolo volume all'illuminazione, acquistandolo dal commercio, senza bisogno di impiantare alcun apparecchio generatore con gazometro e mescolatore nei locali da illuminarsi. A tal fine basta interporre fra i cilindretti metallici, in cui l'acetilene liquido è contenuto, ed i beccucci una valvola di riduzione per diminuire la pressione e regolare così l'efflusso del gas dai beccucci.

Così usato l'acetilene è destinato a sostituire gli altri sistemi di illuminazione nelle vetture ordinarie e ferroviarie

(1) Veggasi: *Belloc*, studio citato, pag. 17-18.

(2) In tali cilindri l'acetilene non dev'essere eccessivamente compresso per evitare disastri del genere di quello avvenuto a Berlino nel corrente mese (dicembre 1896), nel quale perdettero la vita l'ingegnere e chimico Giorgio Isaac e tre operai.

ed anche nelle case, poichè i cilindretti metallici si possono facilmente adattare a lampade fisse o portatili.

A questo proposito soggiungeremo che furono pure proposti tipi di lampade portatili, nelle quali verrebbe direttamente prodotto l'acetilene gassoso di mano in mano che si consuma; ma non riteniamo che esse siano di impiego pratico, specialmente per i pericoli che presentano nel loro maneggio (1). Ad evitare questi pericoli bisognerebbe aggiungere ad ogni lampada un piccolo serbatoio, nel quale raccogliere il gas prima d'inviarlo al beccuccio od ai beccucci, e converrebbe pure collocare fra il serbatoio predetto e il tubo di presa un altro piccolo serbatoio ripieno d'acqua per rendere impossibile qualunque accidente per ritorno di fiamma. In tal caso, è facile arguirlo, le lampade non riuscirebbero più così semplici come quelle finora proposte.

Un'avvertenza poi da aversi nella costruzione di qualunque apparecchio generatore di acetilene, è quella di evitare l'impiego del rame o di leghe contenenti il rame (come l'ottone) nelle parti che risultano a contatto del gas al momento in cui si sviluppa, ossia nei generatori; poichè si formerebbe acetilenuro di rame, che è un composto esplosivo.

***

Passiamo ora ad esaminare una quistione importante qual'è quella del potere luminoso, o intensità luminosa, e del coefficiente di radiazione dell'acetilene.

Come è noto, per misurare l'intensità di una sorgente luminosa si prende comunemente per unità di luce la *Carcel*, che è l'intensità di una lampada ad olio di colza la quale, con stoppino circolare del diametro di 2 *cm*, bruci 42 *g* di olio all'ora.

Essa però non è la sola adoperata. Nel congresso internazionale degli elettricisti del 1889 fu deciso di adottare come unità di luce la *candela decimale*, pari alla ventesima parte della luce emessa nella direzione normale da 1 cm^2

(1) La descrizione di simili lampade si può vedere nelle pubblicazioni del Pacchioni e del Reynal, come pure nel giornale *L'acetilene e le sue applicazioni*, citati nella *Bibliografia*, che fa seguito al presente studio.

di un bagno di platino alla temperatura di solidificazione. Quest'ultima luce, corrispondente a Carcel 2,08, in un precedente congresso del 1884 era stata denominata *unità assoluta*.

La candela decimale è adunque uguale a Carcel 0,104.

Altre unità di luce adoperate sono: la *candela inglese*, la *candela tedesca*, la *candela di Monaco*, corrispondenti rispettivamente a 0,105, a 0,131 ed a 0,154 Carcel.

Un Carcel perciò vale:

9,615 candele decimali;
9,5 id. inglesi;
7,6 id. tedesche;
6,5 id. di Monaco.

In ciò che segue noi prenderemo per unità di luce sempre la candela decimale (c. d.), (1).

Secondo il prof. Lewes di Greenwich l'acetilene è il più potente dei gas illuminanti finora conosciuti; egli trovò che 1 m^3 di detto gas abbruciato in un becco a farfalla, dà, in cifra tonda, 1700 c. d. durante un'ora, mentre 1 m^3 di gas di litantrace, abbruciato nello stesso becco, somministra circa 90 c. d. per un'ora Da ciò si deduce che, a parità di volume di gas abbruciato, l'acetilene ha un potere illuminante 19 volte $\left(\frac{1700}{90}\right)$ superiore a quello del gas ordinario; sempre riferendosi ai becchi a farfalla.

Questa importante proprietà dell'acetilene è dovuta alla grande proporzione di carbonio che esso contiene (92,30 %), e di essa traesi partito per arricchire il gas carbone od altri gas poveri di carburi illuminanti (2).

(1) Per ridurre le candele decimali in Carcel, oppure in candele inglesi, o tedesche, o di Monaco, basterà moltiplicare rispettivamente le candele decimali per i numeri 0 104, 0 988, 0,790 e 0 675.

(2) Nella fabbrica Ginori a Doccia, presso Firenze, furono in proposito eseguite esperienze, e si trovò che la miscela più economica con un cattivo gas carbone (ivi prodotto) era del 16 % di acetilene coll'84 % di questo gas. Con tale miscela, che poi è stata adottata, si ottiene una candela decimale con litri 2,16, mentre di gas carbone occorrevano litri 12,38 per candela.

Volendo paragonare il potere luminoso dell'acetilene anche con quello degli altri mezzi più comuni di illuminazione, indicheremo per ciascun mezzo la quantità occorrente per produrre una candela.

Se 1 m^3 di *acetilene* dà 1700 c. d. per un'ora, per ogni candela-ora ne occorreranno litri $\frac{1000}{1700}$ = litri 0,6 circa.

In modo analogo si trova che per ogni candela si richiedono litri $\frac{1000}{90}$ = litri 11 circa di *gas carbone*.

Per ottenere una candela-ora occorrono poi 3 *g* circa di petrolio, 4,4 *g* di olio di colza e 7 *g* circa di stearina.

Volendo estendere il confronto alla luce elettrica, diremo che per ogni candela si consumano 0,0072 ettowatt-ora se si tratta di lampade ad arco, e 0,025 ettowatt-ora se le lampade sono ad incandescenza.

Nello specchio della pagina seguente riepiloghiamo i dati or ora indicati, aggiungendo per ogni mezzo di illuminazione il costo della candela-ora, calcolato in base al prezzo medio dei mezzi stessi in Italia. Da esso appare come l'acetilene sia il mezzo di illuminazione più economico dopo la luce elettrica ad arco; la quale, d'altra parte, non potendosi impiegare che sotto forma di lampade molto potenti, conviene soltanto per l'illuminazione di vie, di piazze, di teatri o di altri vasti locali coperti o scoperti.

Si deve poi notare che mentre il costo degli altri mezzi d'illuminazione, il gas carbone escluso, difficilmente potranno sottostare ad un ribasso sensibile nel prezzo unitario, l'acetilene invece fra non molto, cioè quando il carburo si potrà vendere a L. 50 o 55 il quintale, verrà a costare $^1/_3$ meno; e perciò con esso la candela-ora si otterrà a L. 0,001.

Quanto al gas carbone, il suo prezzo medio è suscettibile di ribassi, se prodotto in grande quantità, e probabilmente la concorrenza fattagli dall'acetilene indurrà le società a ridurre tale prezzo medio a L. 0,15 o L. 0,20 al m^3 (1). Così

(1) A Torino costa 17 centesimi, compreso la tassa.

che si può ritenere che esso sarà sempre il principale mezzo d'illuminazione per i grandi centri abitati; mentre l'acetilene sarà preferito per i centri piccoli, nei quali, per la limitata quantità di gas occorrente, il costo di produzione del metro cubo di gas carbone non potrebbe essere di molto ridotto.

MEZZI D'ILLUMINAZIONE	Quantità occorrente per ogni candela-ora	Prezzo unitario *Lire*	Costo della candela-ora *Lire*	*Annotazioni*
Acetilene	0,6 *l*	0,0026	0,0015	Carburo a L. 0.80 il *kg* e rendimento di litri 300 per *kg*
Gas carbone (becco a farfalla)	11. »	0,0003	0,0033	Il prezzo di L. 0,0003 al litro, ossia di L. 0,30 al m^3 è un prezzo medio, poichè a Palermo costa L. 0,48 ed a Torino L. 0,17 al m^3. Coi becchi ad incandescenza c'è molto risparmio di gas, ma la spesa non diminuisce in proporzione, per la maggior spesa d'impianto e di manutenzione delle reticelle; col becco Auer, ad esempio, si risparmia circa il 75 °/₀ di gas, ma la spesa si riduce soltanto del 30 °/₀, ossia la candela-ora costa circa L. 0,0024.
Petrolio	3. *g*	0 0007	0.0021	
Olio di colza	4,4 »	0,001	0,0044	
Stearina	7. »	0,0016	0 0112	
Luce elettrica ad incand.	0,025 *ettowatt-ora*	0,10	5,0025	
Luce elettrica ad arco	0,0075 *ettowatt-ora*	0,10	0.00075	Bisogna far uso di globi smerigliati che fanno perdere il 40 °/₀ circa di luce, e perciò il costo della candela-ora sale a L. 0,0010.

Se poi confrontiamo in particolare l'acetilene col gas carbone, che è destinato a cedergli il posto in molti casi, troviamo che la luce dell'acetilene presenta i seguenti altri importanti vantaggi.

a) Minore quantità di calore prodotto negli ambienti, perchè la fiamma dell'acetilene è meno calda di quella del gas carbone, come ci indica il Lewes col seguente specchietto, nel quale dà la temperatura delle varie parti delle due specie di fiamme:

ZONA DELLA FIAMMA	Acetilene (C)	Gas carbone (C)
Non luminosa	459°	1023°
Luminosa.	1411°	1658°
Quasi all'orlo	1517°	2116°

Questo però non ci dà ancora l'idea esatta della differenza di calore sviluppato dalle due specie di fiamme. Per formarsi questa idea si consideri che 1 m^3 di acetilene sviluppa circa 14 000 calorie, ossia 8 calorie circa $\left(\frac{14000}{1700}\right)$ per ogni candela-ora e che il gas carbone ne sviluppa circa 5500, ossia 60 per candela-ora; perciò, a parità di luce, l'acetilene darà un'elevazione di temperatura 7 volte e $\frac{1}{2}\left(\frac{60}{8}\right)$ inferiore a quella del gas ordinario.

b) Nessuna emanazione solforosa, che rovini le dorature ed i dipinti.

c) Minor quantità di acido carbonico prodotto nella combustione; poichè, mentre col gas ordinario per ogni candela-ora si consumano litri 65 di aria e si producono circa litri 6 di acido carbonico, coll' acetilene non si consumano che litri 7,5 di aria e l'acido carbonico prodotto si riduce a 1 litro. Ciò coi becchi a farfalla impiegati tanto per l'acetilene quanto pel gas ordinario. Se poi per quest'ultimo si fa uso dei becchi ad incandescenza (Auer, Welsbach, ecc.), la quantità di aria consumata e l'acido carbonico prodotto per candela-ora si riducono rispettivamente a litri 16 ed a litri 1,5, quantità sempre superiori a quelle su indicate per l'acetilene.

d) Minor quantità $\left(\frac{1}{26} \text{ circa}\right)$ di vapore acqueo prodotto nella combustione, a parità di potere illuminante.

e) Conservazione del suo potere luminoso, anche quando è prodotto sotto forma di piccole fiamme (1).

f) Inalterabilità del colore degli oggetti illuminati.

Rammentiamo che il *coefficiente di radiazione* di una sorgente luminosa, detto pure *intensità specifica*, o *intrinseca*, od anche *splendore*, è l'intensità luminosa riferita all'unità di superficie, per lo più al cm^2.

Il coefficiente non è costante per tutti i punti di una data fiamma, e varia pure colle direzioni secondo le quali si considera la luce emessa dall'unità di superficie considerata. E i pregi di una fiamma sono tanto maggiori quanto meno varia il suo splendore nelle diverse zone della fiamma stessa e nelle diverse direzioni. Sotto questo punto di vista la luce dell'acetilene tiene il primo posto tra le varie luci impiegate nell'illuminazione, poichè il suo splendore è quasi costante in tutti i punti della fiamma.

Il coefficiente di radiazione ha specialmente importanza quando s'impiegano le sorgenti luminose negli apparati di proiezione ed in quelli di telegrafia ottica, nei quali interessa conoscere qual'è l'intensità luminosa che si può concentrare in piccolo spazio, al fuoco di uno specchio o di una lente di emissione. In tali casi è il coefficiente di radiazione massimo che converrebbe ricercare, mentre di solito è il suo valore medio che vien dato da chi eseguisce esperienze fotometriche.

Allard fu il primo che non si occupò soltanto del potere illuminante delle sorgenti luminose, ma anche del loro splendore (2).

(1) Finora il becco più piccolo usato in pratica ha l'intensità luminosa di 6 candele.

(2) Veggasi: *Die Electro-Technische Photometrie* von D.r HUGO KRUSS. Wien, Pest, Leipzig — A. Hartleben's Verlag, 1886.

Per le lampade ad olio impiegate nei fari, ad 1, 2, fino a 6 stoppini egli trovò i seguenti valori del relativo coefficiente di radiazione: (1)

Lampada ad olio a	1	2	3	4	5	6	stopp.
Coeff. di radiaz.	1,89	2,77	3,46	3,99	4,42	4,74	c. d.

In seguito l'Allard fece esperienze comparative tra la luce elettrica ad arco e la luce solare.

Operando con una lampada ad arco di 2000 candele circa, trovò che essa aveva un coefficiente di radiazione di 2452 c.d.(2).

Riguardo allo splendore della luce solare, egli trasse partito delle misure fatte in proposito da Bouguer e da Wollaston e, facendo una media dei risultati ottenuti da questi due scienziati, trovò che il potere illuminante del sole in una data direzione equivale a quello di 60 000 c. d. poste ad 1 *m* di distanza. Tenendo poi conto dell'assorbimento dei raggi solari per parte dell'atmosfera che circonda il nostro globo, egli portò quel numero ad 82 000 c. d.

Si immagini ora sostituita al sole una piccola sfera luminosa posta ad un metro di distanza, e che questa sfera apparisca, al pari del sole, sotto l'angolo di 32'. Siccome la superficie apparente di tale piccola sfera risulta di 0,6805 cm^2, così la sua intensità luminosa riferita al cm^2, ossia il coefficiente di radiazione, sarà uguale a $\frac{82\,000}{0,68} = 120\,588$ *c. d.*, cioè a 49 volte circa quello della luce elettrica ad arco.

Tenendo conto dell'assorbimento dell'atmosfera terrestre, il coefficiente di radiazione della luce solare si ridurrebbe a $\frac{60000}{0,68} = 88\,376$ c. d., cioè, a 36 volte circa quello della luce elettrica ad arco.

(1) I valori che riportiamo, dati dall'Allard in Carcel, sono stati ridotti in candele decimali. Riferiremo sempre il coefficiente di radiazione al cm^2.

(2) Esperienze fatte posteriormente con altre lampade ad arco hanno dati valori un po' diversi del coefficiente di radiazione, dipendendo questo specialmente dall'energia elettrica spesa per far agire le lampade stesse.

In questi ultimi anni, altri scienziati, tra i quali merita menzione il Voit, fecero misure fotometriche per trovare il coefficiente di radiazione delle altre sorgenti luminose comunemente adoperate in pratica, e trovarono i seguenti valori :

Gas, in becco a farfalla	0,06	c. d.
Gas, in becco Argand	0,30	»
Lampada a petrolio comune, consumante 3 *g* circa per candela-ora	1	»
Gas in becco Auer	2	»
Acetilene	4	»
Lampada elettrica ad incandescenza . .	40	» (1)
Luce ossidrica	700	» (2)

Da quanto precede appare che se lo splendore dell'acetilene è di molto inferiore a quello della luce elettrica, della luce ossidrica, e, specialmente, della luce solare; esso però, alla sua volta, supera quello delle luci artificiali più comunemente usate in pratica, quali sono la luce del gas carbone e quella del petrolio fornita da lampade ordinarie. Per conseguenza, è facile arguire che l'acetilene non tarderà ad essere sostituito alle due specie di luci ora accennate in quei casi in cui, dovendosi impiegare una luce artificiale del più grande splendore possibile, non si possa o non convenga ricorrere alle lampade elettriche od a quelle ossidriche.

(1) Il coefficiente di radiazione delle lampade ad incandescenza varia coi diversi tipi di lampade e specialmente coll'energia elettrica spesa per farle operare. Il valore riportato è una media dei valori massimi ottenuti colle varie specie di lampade.

(2) Lo splendore della luce ossidrica varia essenzialmente colla quantità di idrogeno e di ossigeno consumata nell'unità di tempo. Il valore riportato si può considerare come un massimo.

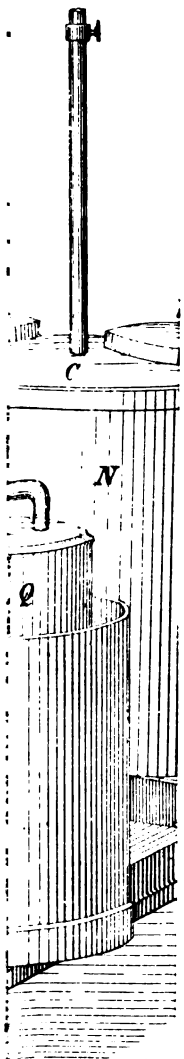
BIBLIOGRAFIA.

Fra le molte pubblicazioni uscite sull'acetilene citeremo le seguenti:

1. Ing. A. PACCHIONI. — *Il carburo di calcio e la preparazione industriale del gas acetilene.* — Milano, tip. e lit. degl'ingegneri, 1896.
2. C. ARNALDI. — *Il nuovo gas acetilene.* — Milano, Sormani e Ghidini, febbraio 1896.
3. Ing. L. BELLOC. — *L'acetilene e le sue applicazioni industriali.* — Roma, Fratelli Centenari, febbraio 1896.
4. Ing. P. LANINO. — *Il gas acetilene nell'illuminazione.* — Bologna, L. Andreoli, febbraio 1896.
5. Ingegneri C. CIAPPA e F. PETRUCELLI. — *Il carburo di calcio e l'acetilene.* — 1896.
6. E. OSPITALIER. — *Il carburo di calcio e l'acetilene o gas elettrico.* — 1896.
7. Ing. J. REYVAL. — *L'éclairage du demain: L'acétylène.* — Paris, Alcan-Lévy, 1896.
8. F. DOMMER. — *L'incandéscence par le gas et le pétrole.* — *L'acétylène et ses applications.* — Paris, Tignol, 1896.
9. Dott. L. CASTELLANI. — *L'acetilene.* — Milano, Hoepli, 1897.
10. . . . . — *L'acetilene e le sue applicazioni.* — Rivista settimanale illustrata, Milano, via Cairoli, n. 2. (Il primo numero è uscito il 16 aprile 1896).

B. ZANOTTI
capitano del genio.

E



IL DOMINIO DELL'ARIA

Il titolo è assai pomposo e potrebbe far credere che io sia riuscito od abbia in animo di soggiogare questo elemento finora ribelle, ed, intuite, o fattomi padrone delle leggi che regolano tutte le funzioni statiche e dinamiche dell'aria, mi accinga a librarmi in essa ed a sbalordire il mondo.

Non sono ancora giunto a tanto, anzi sono giunto a ben poca cosa; nè ho voglia, per ora, di fracassarmi, od indurre altri — che sarebbe più spiccio — a fracassarsi il collo.

Mi si perdoni il titolo; ne avrei trovati tanti altri più modesti, ma non meglio appropriati a sintetizzare quanto mi propongo di trattare spigolando qua e là dal Cordenons, dal Marey, dal Prechtl, dal Faccioli, dal Müller e da varî altri, facendo considerazioni mie proprie per rendere più facile e più spedita la conoscenza al mondo militare di quanto si è scritto, si è pensato, si è studiato fin qui su questo importante soggetto, e proponendomi di rivolgere anche la mia attenzione ai colombi viaggiatori, per dedurne come e quando meglio volano e che cosa può fare l'addestratore per metterli nelle migliori condizioni di volo, per recare novelle fra un posto ed un altro.

Cresciuto in mezzo a parenti appassionati per la caccia, fui preso anch'io da tale passione e mi ricordo che da ragazzetto, a forza di osservazioni, era giunto a distinguere la specie di un volatore dal modo di volare.

Appassionatomi ora alla lettura ed allo studio dei libri che trattano del volo ho compreso quanto allora non era che il portato di osservazioni visive, alle quali naturalmente avea annesso ben poca importanza.

I.

Gli uccelli nel volare hanno un vario modo di funzione, secondo la specie cui appartengono. Alcuni battono le ali quasi continuamente, altri scorrono sull'aria ad ali tese, altri infine battono le ali e scivolano in varia guisa ed in varia misura.

Se si osserva un uccello da preda, si vede spesso librarsi in aria con le ali spiegate ed immobili, ed ora rimanere immobile esso pure, ora guadagnare spazio. Per contro osservando un passero nel volo, lo vediamo battere a più riprese le ali, scivolare per un brevissimo tratto, quindi ribattere le ali e così di seguito.

Se osserviamo volare un gabbiano od un piccione, noteremo che gli scivolamenti ad ali tese sono più lunghi, e, qualche volta, il primo si perde di vista senza che abbia dato un colpo d'ala.

Il vario alternare di un genere di movimento coll'altro, la varia misura di tempo nei due movimenti, ed il diverso modo di battere le ali, più lentamente o più frequentemente, costituiscono la caratteristica del volo di ciascuna specie.

Ma l'andare ad ali tese dell'uccello da preda, dell'aquila, del condor, dell'airone particolarmente, e quello degli uccelli che così vanno per breve spazio, alternandolo colle battute d'ala, se all'occhio dell'osservatore si mostrano somiglianti, secondo molti non risultano identici e sono dovuti a cause in parte diverse; e mentre il secondo è comune a tutte le specie, il primo è proprio solo di alcune, richiedendo un certo rapporto fra peso del corpo e superficie e forma delle ali.

Quale debba essere questo rapporto è difficile a dirsi, ma non può escludersi. Forse a ciò non è nemmeno estranea la struttura anatomica, o qualche particolarità organica sfuggita fino ad ora ai fisiologi.

Nello studio del volo, l'opera degli anatomisti e dei profondi e pazienti osservatori non può essere disgiunta da quella dei fisico-matematici.

Volendo per tanto spiegare analiticamente ed esperimentalmente il volo, occorre, come hanno fatto i più, esaminare tre vari modi di volare: battendo le ali, che diremo *volo a battute* o *volo remigato*; tenendo le ali spiegate, quasi orizzontalmente, che diremo *volo a scivolate* o *volo teso*, se è alternato frequentemente col volo a battute e riserbato per brevi spazi, e *volo a vela* o *veliero*, se usato per lunghi percorsi.

I vari modi di volare non sono ancora ben definiti nei loro molteplici movimenti, inquantochè sono in generale troppo rapidi e troppo complicati perchè l'occhio possa afferrarli; e d'altra parte vedendoli sotto un certo angolo, non possiamo farci un giusto concetto di ciò che avvenga in tutti i sensi dello spazio.

Col progredire della fotografia istantanea e della cronofotografia si potrà forse dire qualche cosa di più preciso, ed impadronirsi del secreto che la natura ha riserbato ai dominatori dell'aria.

Ma ciò non sarà sufficiente a risolvere il problema della navigazione aerea, occorrendo ancora di essere padroni delle leggi che regolano le correnti, i movimenti, gli stati fisici dell'aria.

La navigazione acquea si affermò quando i mari non ebbero più misteri per lo scienziato; il volo sarà spiegato minutamente e la navigazione aerea potrà essere tentata, quando si potrà fare altrettanto coll'aria.

Disgraziatamente i movimenti atmosferici sono fino ad ora un problema insoluto. Se la scienza, dice Gastone Tissandier, comincia a trovare le leggi dei movimenti dell'Ocea è che navigatori hanno solcato la superficie delle sue acqueno, nella loro intera estensione, osservatori hanno gettato la sonda nei loro abissi, hanno misurato la loro temperatura a differenti profondità. Se vogliamo conoscere l'atmosfera che circonda il nostro globo, che regola il corso delle stagioni, che mantiene la vita, bisogna procedere nella stessa guisa, bisogna percorrerla per vaste estensioni, scandagliarla dalla superficie della terra alle più alte regioni. Da ciò la necessità di due modi di esplorazioni per parte degli aero-

stieri: ascensioni di lunga durata, ascensioni a grandi altezze.

Aerostieri questa è la vostra palestra; non vi diletti solo l'essere trasportati dal vento; non vi domini, per sola gloria, la smania di raggiungere le massime altezze e provare le grate sensazioni di spaziare nel regno dell'ignoto; salite, scendete, scorrete per studiare il mezzo in cui vi muovete; ed i suoi capricci non vi maraviglieranno quando avrete trovato le leggi che lo comandano. Nella natura, ogni fatto, ogni fenomeno, ogni elemento è regolato da precise leggi.

Per ora adunque il solo volo possibile è quello degli uccelli, e questo conviene esaminare e spiegare nel suo meccanismo, in tutte le sue fasi; perchè è soltanto quando esso sarà ben conosciuto che potremo rivolgere i nostri studi al volo meccanico, se saremo aiutati da maggiori cognizioni sull'atmosfera.

Del volo degli uccelli scrissero Plinio il vecchio, Galeno, Alberto Magno, Federico II, sulla scuola segnata da Aristotile nel suo libro *De animalium incessu*.

Ma i loro scritti son vaghi; non intuiscono le vere leggi del volo, perchè si basano sopra osservazioni limitate, o partono da principî errati.

Girolamo Fabricio d'Acquapendente, nel 1600, erroneamente ammette che l'aria penetrando nel corpo e nelle ossa alleggerisca il peso del corpo; ma intuisce anche che ciò non sia sufficiente ed accenna all'azione del battere delle ali. Egli nota che i movimenti delle ali sono la flessione e la estensione, l'abbassamento e l'elevazione, e che i movimenti obliqui servono principalmente alla direzione del volo, escludendo l'azione della coda come timone per dirigere il volo, ammessa da altri prima di lui, e non esclusa in seguito.

Berthez nel suo libro *Nouvelle mécanique des mouvements de l'homme et des animaux*, 1798, discorrendo del volo, dice: « Dans le vol, l'aile est d'abord portée en haut et en avant par son muscle réleveur, pour pouvoir parcourir un plus grand espace dans son abaissement, et trouver ainsi plus de résistance dans l'air. Ensuite elle s'abaisse et est portée en

arrière principalement par l'action des muscles grand et moyen pectoral ».

Altri accennano all'azione della resistenza dell'aria e tirano anche in campo che la compressione dell'aria nelle ossa e nelle penne giova meccanicamente al lavoro dei muscoli, rinforza e trasporta i punti d'appoggio delle leve; comprendono quindi che non serve colla rarefazione all'alleggerimento del corpo volante, come alcuni avevano affermato.

Un libro veramente scientifico sul volo degli uccelli fu scritto da Prechtl nel 1846 (1), ed in seguito Marey svolse pregevoli teorie (2) arricchite di numerose osservazioni e di esperimenti; le prime utilissime, i secondi non disutili; ma spesso artifiziosi, come vedremo in seguito.

In Germania nel principio di questo secolo scrissero intorno al volo Tiedemann, Michel, Nitsch, Müller; ma nessuno riesce ad afferrare gli infiniti e rapidi movimenti dell'ala nel volo a battute, nè a spiegare come ed in virtù di quale forza avvenga il volo veliero. In generale si perdono nel calcolo del lavoro motore e ne tirano fuori tanto da strabiliare.

Huber nel 1784 distingueva gli uccelli in remigatori e velieri dalla forma delle loro ali e dalle loro diverse maniere di volare; mostrava perciò che occorre studiare questi due modi di volo, adeguati alla varia struttura anatomica degli uccelli.

Non sarà inutile esaminare la struttura anatomica degli uccelli prima di studiarne il volo, per rendersi conto delle funzioni dei vari organi muscolari in questa andatura, precisamente come si fa dei mezzi di locomozione della macchina animale.

Borelli nel XVIII secolo descrisse minutamente l'anatomia del corpo dei volatili e dimostrò anche che la costituzione del corpo umano è incompatibile con la funzione del volo.

---

(1) *Untersuchungen über den Flug der Vögel*, Wien, 1846.

(2) *La méthode graphique dans les sciences expérimentales*, Paris, 1884. *La machine animale*, Paris, 1887. — *Le vol des oiseaux*, Paris, 1890.

Egli, opinando che i muscoli pettorali da soli sviluppassero il lavoro necessario pel volo, e che questo fosse in relazione col loro peso, verificò che i muscoli pettorali dei volatili pesano circa $^1/_6$ del peso intero, mentre nell'uomo pesano la centesima parte, e ne inferì quindi che questi, nell'uomo, non potrebbero sviluppare il lavoro sufficiente a far muovere il corpo nell'aria, come si muove quello dei volatili.

Interessantissime sono le osservazioni che egli fa sugli spostamenti del centro di gravità del corpo volante e come questi spostamenti siano facilitati dai movimenti della testa e dagli allungamenti del collo negli uccelli a lungo collo.

La testa pesante ed il collo mobilissimo opererebbero sul centro di gravità del corpo volante, rispetto al centro di sospensione: l'una e l'altro dovendo essere spostati secondo le diverse evoluzioni del volo.

II.

Gli uccelli appartengono alla categoria dei vertebrati ed alcuni fisiologi li ravvicinano ai rettili, notando che il loro embrione ha molta somiglianza con quello di alcuni di tali esseri.

Se esaminiamo la struttura anatomica degli arti anteriori e posteriori dei vertebrati, non vi troviamo differenze essenziali nelle varie categorie.

La figura 1ª ci dà la struttura anatomica dello scheletro di un colombo ed il solo esame di essa, coll'aiuto della leggenda, mi risparmia una lunga descrizione (1).

Si riscontra che nelle membra posteriori degli uccelli manca il tarso (fig. 1ª e 2ª), fuso con le parti vicine: la parte superiore sarebbe fusa con la tibia, la inferiore col metatarso, costituito da un osso unico, detto anche il cannone.

L'anatomia comparata, mentre accenna all'analogia che esiste fra le membra di tutti i vertebrati, formate dagli stessi

(1) Ho preso lo scheletro di un colombo, perchè è quello che più interessa e che mi era più facile rintracciare.

pezzi fondamentali, ci mostra che esse rivestono diverse forme o diverse accidentalità, appropriate alla funzione che eseguiscono in ciascun gruppo zoologico, in ciascun genere ed in ciascuna specie.

Le membra anteriori sono quelle che hanno nella loro struttura maggior analogia in tutti i vertebrati. Le membra anteriori degli uccelli costituiscono le ali.

Ridotta però l'ala al suo scheletro osseo ed ai suoi muscoli non avrebbe che ben poca superficie per percuotere l'aria; le membrane alari e le penne completano ed aumentano la superficie di percossa e di appoggio e ne fanno un apparecchio ammirevolmente adatto alla sua funzione.

La membrana anteriore si stende dall'omero alla mano, colmando l'angolo che forma l'omero stesso, o braccio, col cubito; la posteriore si stende dalla punta del cubito ai fianchi.

Queste membrane sono formate da ripiegature della pelle foderate da legamenti elastici in forma di fettucce, che le mantengono sempre tese, qualunque sia il grado di flessione o d'estensione dell'ala.

Muscoli speciali, di provenienza e struttura differenti presso le diverse specie d'uccelli, rendono questa tensione ancora più completa.

Anche la struttura delle membrane alari non è la stessa in tutti gli uccelli.

Lo sterno ha pure la sua importanza e, secondo il Marey, dalla sua conformazione dipende la grandezza dell'ala; onde la potenza di volo e la natura del volo.

Così, dice egli, uno sterno corto e largo implica l'esistenza di ali lunghe e di grande superficie, e l'uccello dotato di tali proprietà dà battute rare e poco ampie: esso è in generale adatto al volo veliero.

Per contro uno sterno lungo e stretto è accompagnato da un'ala corta e di poca superficie, onde colpi d'ala frequenti ed ampi, e poca facilità di usare il volo veliero.

Non credo però che questi principî possano essere ammessi in modo assoluto; l'ala e lo sterno saranno in quel rapporto voluto perchè l'uno possa dare attacco e sostegno all'altra.

Anche sullo sterno si stendono i muscoli, detti medio e gran pettorale; il medio pettorale è situato sotto il gran pettorale ed il suo tendine si ripiega per contornare la testa dell'omero, e facilita, se pure non rende autòmatica, la rotazione dell'ala. Vedremo in seguito che in questa funzione è aiutato dal vento.

Sull'avambraccio e sulla mano si innestano le penne dette *remiganti*, che si distinguono in *principali* ed in *secondarie* (figura 3ª). Le principali sono attaccate alla mano e le secondarie, *cubitali* e *scapolari*, sul bordo esterno del cubito e sulla membrana ausiliaria che si stende dal cubito ai fianchi.

Le principali sono in numero di 10, decrescono generalmente di lunghezza a partire dall'estremità dell'ala (1) e si denominano 1ª, 2ª, 3ª, ... 10ª remigante principale, a cominciare da quella più interna, verso l'esterna. Ad ala aperta, come si scorge dalla fig. 3ª, le principali sono volte all'esterno, le secondarie all'interno; quelle sono sempre più aguzze dalla 1ª alla 10ª, queste sono arrotondate. Le remiganti principali sono più robuste e più solidamente innestate nei loro alveoli.

Alcuni legamenti elastici collegano le basi delle remiganti per modo che la loro apertura si fa automaticamente dietro il movimento dell'arto, e nel ripiegamento, o nella distensione di esso, si produce la rotazione delle remiganti per distenderle serrate nei bordi, o ripiegarle libere l'una sull'altra (2).

Quando l'arto anteriore si distende, la mano, tirata dal muscolo palmare, si curva nel suo insieme in maniera che il suo bordo posteriore prende la forma convessa, e le remiganti principali si spiegano a ventaglio e si scartano le une dalle altre, tanto quanto lo permettono i legamenti che regolano

(1) In alcune specie la più lunga è l'8ª.

(2) Secondo Pettigrew, il senso di questa rotazione sarebbe il seguente: quando l'ala si ripiega, le remiganti si separano le une dalle altre e lasciano fra loro degli intervalli che dànno passaggio all'aria; nello spiegamento dell'ala, al contrario, le remiganti si abbracciano fra loro e chiudono gli intervalli.

le distanze rispettive. Quando l'arto si ripiega, la mano si addossa sull'avambraccio e nello stesso tempo il suo bordo posteriore diviene concavo, facilitando così il sovrapporsi delle penne.

Nelle remiganti, come nelle altre penne, si distinguono il *tubo*, lo *stelo* e le *barbe*.

Il tubo delle remiganti ha sezione elittica coll'asse maggiore normale alla superficie dell'ala, cioè nel senso in cui si producono i maggiori sforzi. L'ellisse ha il rapporto degli assi sempre più prossimo all'unità a partire dalla remigante principale esterna verso l'interna e nelle remiganti secondarie.

Il tubo è ripieno di una sostanza bianca, secca, leggerissima, che ho riscontrato disposta come un filamento al quale siano attaccate successive valvole, ed il filamento che le unisce e che si attacca ad un tendine dell'alveolo, le sposta e le fa funzionare in virtù delle contrazioni di questo tendine, ottenendosi in tal modo una maggiore o minore condensazione dell'aria verso un estremo della penna, e quindi uno spostamento del centro di gravità di essa.

Poichè la natura non ha creato alcun organo, od alcuna minima particella senza assegnarle una funzione, quel ripieno speciale del tubo delle remiganti deve avere un qualche ufficio; e perchè non potrebbe essere quello da me supposto? (1).

Dopo il tubo si stende lo stelo, che va assottigliandosi verso l'estremità. Lo stelo è piegato ad arco con concavità in basso ed indietro (figure 4ª e 5ª).

Una particolarità, che si nota nello stelo, è quella di presentare nella faccia inferiore, per tutta la sua lunghezza, un solco mediano, mentre la faccia superiore è convessa. La faccia superiore poi è più dura, più cornea della faccia inferiore.

---

(1) Sapey, anatomico e fisiologo, osservò anche egli che le penne erano provvedute di certe valvolette, ma ammetteva che permettessero l'entrata dell'aria in un verso, impedendone l'uscita nell'altro.

La sezione dello stelo e quel solco mediano gli conferiscono la massima resistenza senza spreco di materia.

Allo stelo sono attaccate le barbe, filamenti cornei muniti di piccole frange che dànno loro l'aspetto di seghe e le fanno aderire l'una all'altra. Le barbe non sono di egual lunghezza dalle due parti dello stelo, nè in tutte le remiganti. Inoltre quelle della lama larga sono impiantate sullo stelo sotto un angolo meno acuto di quelle della lama stretta (1). La lama stretta di ciascuna remigante si sovrappone alla larga della precedente. La 10ª remigante principale, che come le altre volge all'esterno la lama stretta, ha questa assai limitata e si presenta come un coltello rigido e tagliente, atto a fendere l'aria.

Questa struttura ed il modo di sovrapporsi delle penne fra loro, reso manifesto dalla fig. 3ª, fanno comprendere a priori che se il vento soffia posteriormente all'uccello, incontra la parte meno resistente dell'ala ed arruffa le barbe, come arruffa le penne copritrici del corpo, volte tutte dall'avanti all'indietro.

Oltre le remiganti e le copritrici di queste, notasi nell'ala un gruppo di tre penne innestate nel pollice, e dette comunemente bastarde (fig. 3ª).

Il Re Federico II nel suo trattato *De arte venandi cum avibus*, dove espone l'anatomia degli uccelli, annette una grande importanza alle remiganti *bastarde*, che egli chiama ala bastarda, ed a cui accorda l'ufficio di timone.

Si comprende come un gruppo di penne, distaccandosi dalle altre ed aumentando la resistenza frontale, possa rallentare il moto dell'ala corrispondente e deviare da questa parte la direzione del volo.

Perchè le remiganti primarie sono volte in un senso, verso l'esterno, e le secondarie in senso opposto, verso l'interno? La ragione credo si trovi nel fatto che nella massima distensione della mano, dove sono attaccate le remi-

(1) La somma di questi due angoli è di circa 90°.

ganti principali, per la direzione di esse si ottiene una maggiore superficie, mentre per la direzione delle secondarie non rimane alcun vano fra l'ala tesa ed il corpo: e queste funzioni meccaniche ed il modo come avvengono per effetto della struttura degli arti, debbono certamente avere un'influenza nel volo.

Il rintracciarla completamente non è cosa facile, ma in parte verrà chiarita in appresso, basandosi sulle scarse osservazioni e sulle analisi finora fatte.

Le penne bastarde anche esse non debbono essere un'appendice inutile o di abbellimento; in natura tutto ciò che adorna ha pure non di rado un qualche ufficio, e negli uccelli di puro ornamento non vi sono che i multipli e smaglianti colori delle penne.

Forse mal non si appose Federico II nello spiegare il loro ufficio, che sembra razionale e che entra nel dominio della meccanica, e non sarei alieno dall'ammettere che esse servano anche a dare gli incrementi che possono occorrere al condensamento dell'aria nel volo.

Le remiganti principali possono inflettersi in alto rispetto al piano mediano dell'ala, le secondarie in basso, per modo che l'ala può assumere una superficie sinusoidale, che permetta di condensare maggiormente l'aria ove più abbisogna.

La disposizione delle remiganti dà all'intervallo fra due di esse consecutive l'aspetto e la funzione di una valvola, che si aprirebbe dall'alto al basso, lasciando passaggio all'aria, mentre che dal basso all'alto questa valvola si chiuderebbe. L'ala nel suo insieme sarebbe dunque permeabile all'aria, dall'alto al basso, quando si solleva, ed impermeabile dal basso all'alto, quando si abbassa. Per tal modo l'ala sfuggirebbe alla resistenza dell'aria nel sollevamento.

Nelle dimensioni relative dei diversi elementi di un'ala si trovano grandi ineguaglianze secondo le differenti specie di uccelli. Da ciò il diverso modo di volare che caratterizza le varie specie e che non isfugge nemmeno all'occhio esperto di un cacciatore.

Le ossa delle ali poi, secondo alcuni fisiologi, sarebbero cave e ripiene d'aria, quindi leggerezza e resistenza, fattori importanti pel volo. Le articolazioni tutte sono infine di una mirabile perfezione, onde trascurabili le resistenze d'inerzia, trascurabili gli attriti nelle cerniere. Una macchina adunque senza attriti e che si lubrifica da sè quando e quanto occorre; una macchina perfetta.

Oltre alle remiganti si notano nell'ala le copritrici inferiori e superiori.

Le prime tagliano col loro asse obliquamente quello delle remiganti, e servono a chiudere gli spazi vuoti che lasciano fra loro i tubi di queste ed a rendere così l'ala impermeabile al vento che ne urta la faccia inferiore. Le seconde concorrono colle prime nel detto ufficio e sono più spesse sull'omero, per trasportare verso questo il centro di gravità dell'ala.

Lo scheletro della coda è formato di vertebre coccigene, di cui le apofisi, come le ossa del bacino o del pelvi ed il femore, dànno inserzione a muscoli assai numerosi, aventi per ufficio di allargare o di restringere, di alzare od abbassare le penne che vi si innestano, e che sono, forse impropriamente, dette *timoniere*.

Queste penne sono in numero di 12, hanno l'estremità arrotondata e le barbe quasi ugualmente lunghe dalle due parti dello stelo (figura 6ª). Anche esse hanno le loro copritrici.

In alcuni uccelli le penne della coda si aprono a ventaglio. in altri a guisa di *Y*; nei primi le più lunghe sono le interne, nei secondi le esterne. In alcuni la coda è assai lunga in rapporto al corpo, come nelle gazze, nei fagiani, nei colibri; in altri è molto corta, come nelle pernici, nelle anitre, ecc.

Anche la forma della coda non può essere estranea alla funzione del volo e forse è in rapporto alla conformazione del corpo e delle ali.

A complemento di quanto ho detto circa i muscoli pettorali, credo opportuno aggiungere le seguenti notizie.

Il peso dei muscoli pettorali, come diceva Borelli, è circa $^1/_6$ di quello dell'uccello intero (1), mentre che nell'uomo il rapporto del peso di detti muscoli a quello del corpo intero è di circa $^1/_{100}$.

La forza specifica dei muscoli pettorali di un piccione è, secondo Marey, 1,400 *kg* (2).

La rapidità d'azione dei muscoli è grande, poichè è necessario che l'ala urti l'aria con velocità per trovarvi la resistenza che le serva d'appoggio.

Alcuni fisiologi hanno lavorato e discusso per determinare l'azione dei varî muscoli, la loro forza, la loro intensità, la loro energia, le vibrazioni ed il lavoro meccanico di cui sarebbero capaci; ma i risultati ottenuti non possono essere che una semplice applicazione scientifica e difformi dai veri.

Tutti gli ingegnosi apparecchi miografici per determinare le vibrazioni dei muscoli degli uccelli, ideati da Marey, non dànno, a mio modo di vedere, un risultato esatto; dappoichè gli uccelli sottoposti a questi mezzi di tortura, con l'applicazione di scatole, di capsule e sotto l'osservanza diretta dell'esperimentatore, non si possono trovare nel loro stato normale e le commozioni dei sensi, l'orgasmo, la paura possono produrre forze, scatti, manifestazioni tali da dare apprezzamenti ben lontani dal vero.

L'attacco delle ali è fatto alla parte più alta del torace, in maniera che, durante il volo, il centro di gravità del corpo si trova in basso ed al disotto dell'asse di sospensione costituito da esse.

Affinchè il centro di gravità venga a trovarsi in basso, anche gli organi si succedono dall'alto in basso in ragione della loro densità, così i polmoni si trovano in alto e gli intestini in basso.

La posizione però del centro di gravità durante il volo non rimane fissa, come vorrebbero Borelli e Prechtl, ma

---

(1) Questo rapporto nel piccione è circa $^1/_{4,5}$.

(2) Per forza specifica s'intende lo sforzo sviluppato da un fascio di questi muscoli che abbia un centimetro quadrato di sezione.

cambia ad ogni movimento dell'uccello in seguito agli spostamenti della testa, dei piedi, della coda e delle ali.

Sono i successivi spostamenti del centro di gravità in relazione ai movimenti delle ali e quindi al centro di percossa, o di sospensione, che determinano lo spostamento del corpo.

La forma dell'uccello, affilata in avanti e all'indietro, è eminentemente favorevole alla velocità del volo, riducendo considerevolmente la resistenza frontale dell'aria, come avviene nei bastimenti per la resistenza dell'acqua.

Infatti in questi la forma affilata delle carene è favorevole alla velocità, diminuendo la resistenza che essi incontrerebbero a muoversi nell'acqua.

Secondo Rankine, Saint Venant ed altri, i corpi pisciformi proverebbero al di dietro una spinta proveniente dal ritorno delle molecole fluide spostate dal corpo in movimento, e questa spinta compenserebbe quasi esattamente la resistenza frontale; per modo che risentirebbero soltanto resistenze laterali o sfregamenti.

L'ala, operando come il remo di una barca, dà l'appoggio sull'aria ed a tale scopo dispone di una larga superficie leggermente concava alla faccia inferiore (curvatura delle remiganti) e si presenta di taglio, per fendere l'aria e ridurre minima la resistenza di fronte.

III.

Se un piano inclinato *a b* (fig. 7ª) percuote l'aria, questa, anche per l'elasticità, produce una reazione secondo *c d*.

Scomponendo la *c d* nelle sue componenti *c e* e *c f*, la prima si oppone al peso e la seconda tende a trasportare il piano nella direzione della freccia. Se il piano era animato da un movimento verso *z*, la *c f* sarà la forza ritardatrice del movimento, che si somma alla resistenza frontale; la *c e* la forza sostenitrice.

Giova tener presente che la resistenza dell'aria contro una superficie piana in movimento cresce come il quadrato della

velocità del moto comunicato a questa superficie ed è proporzionale alla superficie stessa, ciò che si esprime con (1):

$$R = K\,S\,V^2,$$

dove K è un coefficiente dovuto alla densità del fluido, che per l'aria è 0,116, secondo Tribault, e 0,130, secondo Marey.

Nel caso che la superficie sia ferma e spiri l'aria in direzione ad essa normale (2), la resistenza incontrata è egualmente espressa da:

$$R = K\,S\,V^2;$$

ed infine se la superficie è inclinata di un angolo α con la direzione del movimento dell'aria, la resistenza in parola sarà anche funzione del seno dell'angolo α, e sarà data da:

$$R_1 = K\,S\,V^2 \operatorname{sen} \alpha. \qquad [1]$$

Se superficie ed aria sono in movimento con velocità V e v la resistenza viene a risultare

$$R_2 = K\,S\,(V \pm v)^2 \operatorname{sen} \alpha, \qquad [2]$$

ritenendo il segno positivo o quello negativo, secondo che i due movimenti hanno direzione contraria o la stessa.

Essendo la resistenza dell'aria proporzionale alla sua densità, troviamo la ragione perchè gli uccelli a grande altezza, non incontrino, per la rarefazione di quella, la resistenza che permetta loro di volare e cadano come corpi morti fino ad una certa altezza prima di prendere il volo, se però la precipitosa caduta non ha in essi paralizzato la vita.

Mediante le formole di Laplace e di Saint-Robert, basate sulle esperienze di Glaiser, è stato calcolato alla temperatura di 10° il peso di 1 m^3 di aria. All'altezza di 0,00 m (760 mm della colonna barometrica) è di 1,245 kg e diminuisce di 10 g ogni 100 m di altezza; a 6000 m sarà dunque di 0,645 kg; quindi se l'uccello trova la resistenza suffi-

(1) Legge desunta dal moto delle superficie in un liquido.

(2) Il considerare la superficie in movimento contro aria calma, vale lo stesso che considerare superficie ferma, urtata da aria in movimento.

ciente alle altezze a cui ordinariamente si mantiene, difficilmente la troverà a 6000 *m*.

Le leggi della resistenza dell'aria hanno molta analogia con quelle della resistenza dell'acqua; ma sono però poco conosciute, e ciò infirma la risoluzione degli studi in esame.

Infatti, i calcoli che abbiamo sulla resistenza dell'aria si limitano a corpi prismatici, sottili, rigidi, di forma geometrica ben definita, sempre orientati nella stessa maniera in rapporto alla direzione del loro movimento e con velocità uniforme. Per gli uccelli abbiamo invece una superficie ondulata, di forma complicata, di estensione variabile secondo il grado di spiegamento dell'ala, e di grossezza non uniforme; oltre a ciò questa superficie è animata da un moto vario, e la sua inclinazione sulla direzione del movimento non è costante.

Qualunque sia il genere di locomozione che si esamina, lo sforzo dei muscoli deve vincere due resistenze: quella della massa dell'animale che si tratta di spostare (ossia l'inerzia di questa massa), e quella della massa del fluido il quale deve essere respinto in senso inverso a quello della progressione dell'animale.

Se il fluido ha già un movimento in senso inverso a quello dell'animale, l'azione dei muscoli per produrre questo effetto sarà ridotta al minimo.

Ciò fa comprendere come il lavoro dei muscoli possa essere minore quando l'animale riceva il vento di fronte.

Circa la funzione dell'ala, Gassendi fin dal 1658 scriveva all'incirca: « l'ala percuote l'aria e vi si appoggia in maniera che l'uccello, molto più pesante dell'aria, vi si sostiene come una pietra che, lanciata orizzontalmente su uno specchio d'acqua, vi scivola ed urtando rimbalza. »

L'ala adunque urtando l'aria vi trova la resistenza necessaria a sostenere l'uccello. Secondo Marey il centro d'azione dell'aria sull'ala è sensibilmente ai $^2/_3$ della sua lunghezza, contata a partire dall'articolazione dell'omero; non coinciderebbe pertanto col centro di figura, ma troverebbesi nella sezione occupata dalle remiganti principali.

Cambiando però continuamente la superficie dell'ala, specialmente nel volo a battute, il centro d'azione, dianzi detto, si sposta in misura variabile e quindi il lavoro delle forze è anch'esso variabile e può rappresentarsi con $Ff(v)\,d\,v$.

Cayley ammette che la forma dell'ala, concava verso il basso, contribuisca ad accrescere la componente verticale della resistenza dell'aria ed a darle un valore maggiore di quello desunto dal calcolo per le superficie piane.

È chiaro che l'azione dell'aria contro le superficie inclinate è importante a conoscersi per comprendere il meccanismo del volo, ma è una teoria ancora oscura e non ne sono precisate le leggi, occorrendo esperienze assai complicate e difficili a realizzarsi.

IV.

Ho già accennato che l'uccello è facilitato nel volo dal vento che gli venga di fronte. Mi proverò ora a mostrare gli effetti che si producono quando il vento soffia dietro, o innanzi all'uccello.

Per portarsi innanzi, il volatile colla battuta delle ali deve spingere l'aria indietro, precisamente come fa il remo nell'acqua.

Se l'uccello riceve il vento di dietro ed ha una velocità maggiore di questo, respingerà l'aria indietro con velocità uguale alla differenza fra la sua e quella del vento, ed in definitiva si muoverà con velocità pari a quella differenza; e la resistenza potrà non essere sufficiente a sostenerlo.

Se la propria velocità uguaglia quella del vento, la resistenza sarà nulla.

Se è minore verrà sbalzato dal vento e trascinato in basso, risultando la resistenza negativa e quindi sommandosi al peso (1).

---

(1) Ho chiamato forze positive quelle dirette in alto e negative quelle dirette in basso.

L'espressione [2] del Capo III, ci dà ragione di queste asserzioni, che .sono chiarite anche da quanto dirò appresso.

Supponiamo un uccello colle ali spiegate: sia *a b* (fig. 8ª) l'ortografia dell'ala e *d c* rappresenti in intensità e in direzione la forza del vento, che lo urta posteriormente, durante l'unità di tempo.

Scomponiamo la *d c* nelle due componenti *d e*, parallela alla superficie dell'ala, ed *e c* ad essa perpendicolare. La prima, strisciando sotto le ali, perturba l'effetto di compressione dell'aria quando l'uccello batta le ali e fa opposizione alla colonna d'aria che l'uccello deve spingere indietro per portarsi avanti; e la *e c* si scompone nella verticale *c f*, che serve al sostenimento e nella orizzontale *e f*, che serve a vincere la resistenza frontale.

Se l'uccello era in movimento con velocità superiore a quella del vento, le due componenti *c f* ed *e f* avranno un valore minimo, risultando dalla differenza delle due velocità e potrà mancargli la forza sostenitrice, ed anche la spinta dell'aria indietro avrà valore minimo, dovendo vincere la *d e* e gli permetterà perciò un lento spostamento. L'uccello procederà quindi, tanto più lentamente, quanto maggior vantaggio vorrà trarre dal vento, e dovrà dare vigorosi colpi d'ala per aumentare la forza sostenitrice e vincere l'azione della *d e*.

Se le ali sono inclinate come *a' b'* (figura 9ª), la *d e* resisterà alla spinta dell'aria indietro e la *c f* concorrerà col peso a trascinare l'uccello in basso, non restandogli che la *e f* per vincere la resistenza frontale.

Adunque il vento di dietro non è favorevole al volo: offre resistenza ai movimenti dell'ala che si compiono dall'avanti all'indietro, al piegamento della mano e solleva le penne, aumentando la superficie frontale.

È noto che gli uccelli migratori aspettano di aver vento contrario per iniziare le loro migrazioni, che compiono appunto in epoche determinate, quando cioè predominano i venti che hanno direzione contraria al loro cammino.

Così i tordi, i fringuelli, i colombacci, che vengono da nord e si dirigono al sud, attraversano il nostro paese in ottobre, quando cioè spirano di frequenza i venti di mezzogiorno, e tornano indietro al principio della primavera, quando predominano i venti di settentrione.

In ottobre, dopo attraversate le Alpi, si riversano nel versante dell'Adriatico od in quello del Tirreno, secondo che soffino venti del 2° o del 3° quadrante.

E poichè questi venti di solito spirano con maggior costanza ed intensità nelle ore mattutine e nel pomeriggio, in quelle ore si verifica un passaggio maggiore.

Se il vento viene di fronte, con la solita scomposizione delle forze, ed essendo *a b* (figura 10ª) la posizione dell'ala, ne risulta che per la direzione della *d e* l'uccello non trova resistenza a spingere l'aria indietro, la *c f* lo sostiene, ma la *f e* si somma colla resistenza frontale.

Col variare però l'inclinazione dell'ala sulla direzione del vento, varia anche la *f e*, che è la forza ritardatrice al movimento e con angolo molto acuto essa è piccola (e' f') annullandosi con angolo zero.

Ma a misura che l'angolo d'inclinazione diminuisce, le due componenti *c f* ed *f e* diminuiscono (*c* f' ed f' e') quantunque in un rapporto ineguale, e con angolo piccolissimo, rimanendo invariata l'intensità del vento (*c d*), la componente verticale può riuscire non sufficiente a sostenere il corpo.

L'uccello adunque darà alle ali quella inclinazione che gli conviene, affinchè, secondo la velocità del vento, possa avere le due componenti, orizzontale e verticale, in quel rapporto che gli è necessario per sostenersi nell'aria e per progredire; per compiere, in una parola, la funzione del volo.

Quando il vento è di sufficiente intensità (*c* d'), l'animale avrà vantaggio potendo, con piccolo angolo d'inclinazione, ottenere la necessaria forza sostenitrice ($c\ f_1'$), pur riducendo al minimo valore la forza ritardatrice al movimento (f_1' e_1'); ma con vento debole, essendo costretto ad aprire l'angolo per accrescere la prima, progredirà più lentamente poichè anche la seconda cresce di valore.

Supponendo l'ala inclinata secondo $a' b'$ (figura 11ª), e facendo la solita scomposizione delle forze, vediamo subito che la $d e$ avvantaggerebbe la spinta dell'aria indietro; ma la $c f$ concorrerebbe col peso a far precipitare l'animale, e la $f e$ si sommerebbe anche in questo caso alla resistenza frontale.

Pertanto il vento di fronte è vantaggioso alla funzione del volo più di quanto lo sia il vento di dietro, ma le ali debbono mantenersi inclinate dall'avanti all'indietro con piccolo angolo sulla direzione del vento: questo angolo deve crescere quando il vento è di debole intensità.

Non solo adunque il vento dà vantaggio quando viene di fronte, ma quando ha una conveniente velocità; se questa è eccessiva, si comprende, da quanto ho detto precedentemente, che l'uccello sarà portato in alto dall'eccesso della forza sostenitrice.

Prendendo ad esame il caso ammesso come normale pel volo (fig. 10ª), avremo che la $c e$, resistenza dell'aria normale al piano, per quanto ho detto al Capo III, è data da:

$$R = c e = K S V^2 \operatorname{sen} \alpha,$$

essendo α l'angolo che la superficie dell'ala fa con la direzione del movimento nell'istante considerato, e quindi saranno:

$$e d = K S V^2 \cos \alpha, \qquad [3]$$

$$P = c f = K S V^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha, \qquad [4]$$

$$Q = f e = K S V^2 \operatorname{sen}^2 \alpha. \qquad [5]$$

Le espressioni [4] [5] dimostrano analiticamente quanto ho detto prima circa i valori della forza sostenitrice e della ritardatrice in rapporto all'angolo α.

La velocità con cui l'uccello vola è teoricamente quella stessa che imprime all'aria in senso opposto; quindi un vento di velocità V sfuggirà indietro con una forza teorica data dall'espressione [3], e cioè da:

$$e d = K S V^2 \cos \alpha$$

Concludendo, l'uccello col vento di fronte non ha che da vincere la resistenza frontale, che è resa minima dalla sua

stessa forma, e la forza ritardatrice al movimento, la quale è funzione dell'angolo d'inclinazione delle ali rispetto alla direzione del vento, e dell'intensità di questo.

Ma poichè la prima resistenza è costante e la seconda (la ritardatrice) con una data intensità del vento non può sempre essere ridotta al minimo valore senza danno della forza sostenitrice, per vincere la somma di quelle due resistenze, l'uccello dovrà procurarsi una certa forza viva, o perdendo in altezza o battendo le ali.

Vedremo in seguito che anche il battere delle ali è un lavoro fatto in gran parte a spese del vento.

Goupil ha stabilito che per le faccie piane e quadrate è $R = K\,S\,V^2 \operatorname{sen} \alpha$, come ho determinato precedentemente; e pel valore di K ha adottato 0,13; mentre io in tutti i calcoli ho creduto di ritenere $K = 0{,}116$ essendo questo il valore confermato da molti altri.

De Louvrié, adottando la formula di Bossut, circa la resistenza dell'aria contro piani sottili (1) inclinati, ci dà le espressioni:

$$R = K\,S\,V^2 \frac{2 \operatorname{sen} \alpha}{1 + \operatorname{sen}^2 \alpha};$$

$$P = K\,S\,V^2 \frac{2 \operatorname{sen} \alpha}{1 + \operatorname{sen}^2 \alpha} \cos \alpha;$$

$$Q = K\,S\,V^2 \frac{2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{1 + \operatorname{sen}^2 \alpha}.$$

Queste formole però sono date per lamine sottili e rigide, e tutto induce a credere che l'ala per la sua forma e per la sua elasticità presenti condizioni più favorevoli.

V.

Circa la teoria generale del volo, Marey così si esprime: « Du reste une théorie générale du vol des oiseaux n'a

(1) L'espressione di *piani sottili*, non è propria, nè matematicamente esatta, ma consacrata dall'uso.

point à tenir compte des valeurs numériques, mais seulement à indiquer le sens dans lequel le phénomène est influencé par les différents facteurs qui interviennent dans sa production. »

Ciò sarebbe troppo poco per formularne una teoria ancorchè generale e rimarremmo sempre nel campo limitato delle osservazioni e delle ipotesi fallaci.

Navier, Bishop ed altri ancora, che trattarono del volo, hanno ritenuto che il lavoro propulsore sia stato sviluppato dall'animale e ne hanno determinati valori addirittura strabilianti (1).

Poche rondinelle, secondo tali teorie, potrebbero sostituire un cavallo vapore; ma bisogna non dimenticare che il lavoro si trasforma in calore, e la rondinella che attraversa il Mediterraneo dovrebbe spenderne tanto quanto non potrebbe darne il suo corpo consumandosi.

D'Esterno non crede agli sforzi erculei degli animali per effettuare il volo. Esso accenna che ad ali librate l'uccello riceve dal vento una forza illimitata; il vento lavora per esso per tenerlo in alto; e conclude che il volatile deve essere dotato di una facoltà sensitiva d'ogni corrente d'aria, del senso del volo.

Se noi volessimo, come per una macchina à vapore e considerando lo stomaco come un focolare, calcolare le calorie sviluppate dal combustibile, e quindi il lavoro meccanico, non sarebbe facil cosa.

Favre e Silbermann ci danno modo colle loro esperienze, perfezionate ed ampliate da Frankland, di determinare la potenzialità del combustibile costituito dai generi alimentari introdotti nello stomaco; ma bisognerebbe tener conto delle calorie che rimangono nei residui della digestione e di quelle

---

(1) Navier, ad esempio, si sforzò di dimostrare che se un uccello vola facendo 15 *m* al 1", fa il lavoro che si richiede per innalzare il suo peso di 590 *m*; e se pesasse quindi 0,600 *kg* farebbe un lavoro di 234 *kgm*, un po' superiore a 3 cavalli-vapore. Un'aquila svilupperebbe una forza di 26 HP.

spese per tutte le altre funzioni della vita, affine di avere le calorie disponibili alla funzione del volo.

Anche la determinazione, analitica delle calorie spese nel suo viaggio dall'uccello, per sostenersi alla medesima altezza e per percorrere lo spazio, è impossibile, perchè non conosciamo i periodi di discesa e d'ascesa del corpo dell'uccello in relazione con l'ascesa e con la discesa delle ali.

Il piccione ad esempio, secondo Marey, dà 8 battute d'ala in un secondo; l'alzata dell'ala si compie in 0,04 di secondo, l'abbassamento in 0,085; ma questi periodi, se pure sono esatti, non è certo che si accordino con la discesa ed ascesa del corpo dell'uccello.

Inoltre non possiamo affermare che il piccione batta periodicamente 8 colpi d'ala al 1″. Dovremo adunque calcolare questo lavoro indipendentemente dalla durata e dal numero dei colpi d'ala.

Prendiamo ad esame l'uccello nel volo ad ali librate. In esso, come cercheremo di chiarire in seguito, è sostenuto dal vento come un cervo volante; il suo lavoro è semplicemente d'equilibrio cercando di spostare il suo centro di gravità in maniera che passi per la resultante delle impulsioni del vento.

Se ammettiamo adunque che il lavoro di sospensione e di propulsione sia fatto dal vento, calcolando questo, avremo quello che l'uccello dovrebbe fare ove il vento mancasse.

Affinchè l'uccello sia almeno sostenuto, la spinta del vento deve uguagliare il suo peso, e la metà della forza viva dell'aria, che dà la spinta sulla superficie d'appoggio, sarà il lavoro equivalente a quello che farebbe l'uccello per mantenersi ad una certa altezza nell'aria calma.

Prendiamo ad esame un piccione che voli per 6 ore (pari a 21 600″) con velocità di 20 *m*, percorrendo perciò uno spazio di 432 *km*.

Riteniamo il suo peso di 390 *g* e la proiezione del suo corpo nel volo, su di un piano orizzontale, di 0,0744 m^2 corrispondente alla superficie effettiva di 0,075 m^2 (quale è quella che io stesso ho determinato per un colombo viaggiatore) ed inclinata di 7° sull'orizzonte.

La velocità che dovrà avere il vento per determinare sopra una tale superficie una pressione di 390 g (la pressione deve uguagliare il peso dell'uccello per sostenerlo) è data dalla relazione (1) $P = K S V^2 \text{ sen } \alpha \cos \alpha$, dalla quale sostituendo i valori noti, si ha:

$$0{,}390 = 0{,}116 \times 0{,}744 \times 0{,}12187 \times V^2$$

da cui $V = \sqrt{371.42} = 19, \ldots\ldots$, adunque la velocità sarà circa 19 m al 1″.

Il lavoro di quel vento è dato dalla relazione

$$L = \frac{1}{2} m V^2 = p \frac{v^2}{2g}$$

e poichè il peso di un metro cubo d'aria all'altezza di 0 m (760 colonna barometrica) ed alla temperatura di 10° è, secondo le formole di Laplace e Saint Robert, di 1,245 kg e diminuisce di 10 g ogni 100 m di altezza (2); se supponiamo che il piccione si trovi ad una altitudine di 100 m, l'espressione precedente diviene:

$$L = 0{,}0744 \times 19 \times 1{,}235 \frac{19^2}{2 \times 9{,}8} = 32{,}15 \; kgm,$$

che sarà il lavoro fatto dal vento in 1″; ma abbiamo anche il lavoro che deve fare il piccione per vincere la resistenza frontale, il quale è in relazione alla resistenza incontrata dalla sezione maestra del suo corpo.

La resistenza offerta dall'aria ad un corpo in moto, o, ciò che vale lo stesso, esercitata dall'aria in moto, su di un corpo immobile, è data dalla relazione

$$P = m A v^2;$$

e poichè la sezione maestra è circa 0,0050 m^2, ed abbiamo ammesso che la velocità sia di 20 m al 1″, e poichè il coefficiente m, dovuto alla forma del corpo, si può ritenere 0,015, avremo:

$$P = 0{,}015 \times 0{,}005 \times \overline{20}^2 = 0{,}030 \; kg,$$

(1) Capo IV.
(2) Capo III.

ed il lavoro in 1″ sarà:

$$L' = 0{,}030 \times 20 = 0{,}60\ kgm.$$

Quindi il lavoro totale in 1″ sarà:

$$\lambda = L + L' = 32{,}15 + 0{,}60 = 32{,}75\ kgm;$$

e per l'intiero viaggio compiuto in 21 600″, sarà:

$$32{,}75 \times 21600 = 707\ 400\ kgm = 1664 \text{ calorie}.$$

Il valore risultante è assai maggiore di quello che può sviluppare l'uomo durante lo stesso tempo, nè l'uccello potrebbe svilupparlo senza consumarsi. È da ritenersi adunque che gli uccelli non sviluppino tutto il lavoro necessario a sollevarsi, a mantenersi e ad avanzare nell'aria; ma che il massimo lavoro sia fatto dal vento.

Ne consegue che con aria calma l'uccello dovrà fare un certo lavoro. È perciò che gli uccelli migratori aspettano il vento propizio in direzione ed in intensità per intraprendere i loro viaggi, e che con aria calma volano alti da terra per portarsi in altre regioni in cerca di una corrente più propizia. Sappiamo infatti che spesso a strati d'aria calma, sono sovrapposti strati d'aria in movimento e viceversa, così pure che non in tutti gli strati d'aria il vento conserva la stessa direzione.

VI.

Rappresentiamo con la linea chiusa C, (fig. 12ª) la sezione trasversale del corpo di un uccello che voli orizzontalmente e colle rette $x\,x'$, $y\,y'$, $x\,x_1$, $y\,y_1$ quelle delle sue ali in due posizioni differenti.

Ogni ala avrà un punto al quale si potrà ritenere applicata la resultante delle resistenze che sopporta ciascun punto dell'ala nelle sue varie posizioni. E poichè queste resistenze, dovute all'aria in cui si muove l'uccello, variano in ragione del quadrato della distanza che hanno i singoli punti dall'asse di

rotazione, così potremo calcolare questo centro d'applicazione della risultante come un centro di girazione.

Prendendo l'asse di rotazione sul piano dell'ala, Prechtl dà la seguente formola:

$$\int y\, x^3\, d\, x = z^3\, S,$$

dove x è la distanza normale di un punto dall'asse di rotazione dell'ala, y la lunghezza della parallela a questo misurata in quel punto, S l'intera superficie dell'ala e z la distanza del centro cercato dall'asse di rotazione.

Ma se l'uccello invece di remeggiare veleggia non si riscontra nell'ala nessuna rotazione, ed in questo caso il centro di resistenza coincide col centro di gravità dell'ala, il quale però non coincide col centro di figura.

Il centro di resistenza è a sua volta il centro di sospensione, e la retta che unisce i centri delle due ali costituisce l'asse di sospensione teorico od ipotetico.

Il centro di gravità, o baricentro dell'uccello, è al di sotto dell'asse di sospensione nello stesso piano di questo, e perciò l'equilibrio è stabile.

Tale posizione del centro di gravità, la cui verticale cade dentro la base formata dai piedi, gli permette di stare senza sforzo, e ad ali chiuse, appoggiato coi piedi ad un piccolo ramoscello, ergendo il suo corpo.

Quando dorme, mette la testa sotto le ali per portare più esattamente il centro di gravità sulla verticale che passa pel centro dell'appoggio, cosicchè il corpo abbandonato riposi sulla palma dei piedi, mentre i diti per contrazione meccanica rinserrano l'appoggio, quando sia sottile.

L'asse longitudinale del corpo dell'uccello è normale all'asse di sospensione e si trova, quando le ali sono dirette verso l'alto, tra queste e il baricentro.

L'asse longitudinale ed il baricentro sono nello stesso piano verticale, normale a quello che contiene l'asse di sospensione ed il baricentro; quest'ultimo adunque si troverà sulla retta secondo la quale si tagliano quei due piani.

L'uccello pone orizzontalmente il suo asse longitudinale mediante l'aiuto delle penne della coda, o timoniere. Alzando queste, esso si dirige in alto, abbassandole, in basso.

Infatti, abbiamo visto che se l'uccello riceve il vento di fronte, la componente di questo parallela al piano dell'ala sfugge indietro, tangenzialmente alla superficie di essa; ma mentre il corpo si sposta, lascia il vuoto dietro a sè e quindi vi è ritorno delle molecole fluide, generando una corrente retrograda, la quale urterà la superficie della coda drizzata in alto (fig. 13ª) secondo *c d*, la cui componente *c e* concorrerà a spingere in alto l'uccello, mentre la *d e* concorrerà al movimento.

Se la coda è volta in basso (fig. 14ª) la componente *c' e'* tenderà a spingere l'uccello in basso e la *d' e'* a farlo progredire, per modo che la discesa non sia verticale, ma segna quella direzione che occorre all'animale, potendo questo colla varia inclinazione della coda cambiare il valore della componente *d' e'*.

VII.

Ho detto che l'uccello per volare deve essere dotato di una velocità iniziale.

Come acquista in partenza questa velocità iniziale? L'acquista con un atto preparatorio al volo: o saltando, o correndo, o gettandosi da una certa altezza.

Il salto si osserva presso le specie che hanno la partenza brusca; come i gallinacei (starne, pernici, colombi, quaglie, ecc.)

I salti meravigliosi raccontati da qualcuno, fatti da un volatile di tali specie gettato a terra da un colpo di fucile, debbono essere messi in dubbio, e devesi ritenere che vi fu l'aiuto dei monconi d'ala rimasti illesi, o delle ali stesse, incolumi, o, ancorchè spezzate all'omero, rimaste attaccate alla scapola per mezzo di qualche legamento.

Certo però queste specie possono spiccare tali salti da concedere loro una certa velocità iniziale, che accrescono con battute d'ala appena si siano, col salto, innalzati tanto da

trovare la resistenza dell'aria che li sostenga e faciliti i movimenti delle ali.

In questa specie si osserva che i muscoli delle gambe sono assai sviluppati.

Spesso poi guadagnano una velocità iniziale maggiore, correndo, ed anche correndo ad ali semiaperte, specialmente se in discesa.

Ho osservato che una pernice, levata sotto la ferma del cane, parte al volo più lentamente che se fugata dal cacciatore, perchè nel primo caso deve la velocità di partenza soltanto al salto, nel secondo alla corsa veloce che ha fatto all'avvicinarsi del cacciatore, e che le ha consentito una maggiore velocità di partenza.

Il salto bisogna che conceda tale altezza al volatile da poter spiegare le sue ali per trovare la resistenza dell'aria che lo sorregga.

Se spira vento favorevole, questo determina ben presto la reazione occorrente; altrimenti l'uccello deve fare un maggior lavoro, battendo le ali, per trovare la resistenza dell'aria che lo sorregga, acquistare sufficiente velocità iniziale, crearsi il vento relativo.

Quando infatti non spira vento, gli uccelli da ferma stanno più sotto, per esprimersi con gergo cinegetico, perchè trovano maggiore difficoltà a volare; e se si alzano fanno volate brevi, essendo costretti a remigare, in principio, a tutte loro spese. Con vento propizio invece, fanno volate lunghe, perchè ne ricevono subito l'appoggio e l'impulsione.

Un rondone che sia venuto a poggiare in terra, in luogo piano, stenta a spiccare il volo, perchè i muscoli distensori delle sue gambe non gli consentono un salto tale da elevarsi in guisa che la sua estesa superficie di appoggio possa spiegarsi; nè può remigare poichè le punte delle sue lunghe ali batterebbero a terra. Ecco perchè il rondone ama posarsi in alto per precipitarsi e dalla caduta ricevere la velocità che gli occorre per lanciarsi nello spazio.

Se si osserva un rondone quando esce dal suo nido, si vede cadere, per una certa altezza (prima) e per brevissimo spazio, ad ali chiuse e poi spiegate, infine progredire.

Nel lanciarsi fuori dal suo nido o da un appoggio comunque sollevato, esso imprime al suo corpo una forza secondo *a b* (fig. 15ª); d'altra parte, sollecitato dalla *a c*, dovuta alla gravità, seguirà prossimamente la resultante *a d* di queste due, e poi spiegherà le ali per profittare della reazione dell'aria, come fa un cervo volante, e proseguire con la funzione del volo.

Un'aquila, posata a terra, corre con ali semi-aperte finchè trovi una china che le permetta di lasciarsi andare ed acquistare l'impulsione al volo. Correndo ad ali semi-aperte determina una corrente in senso opposto al suo movimento e questa corrente, per quanto ho detto altrove, dà luogo alla forza verticale che solleva l'animale.

Così, per innalzare un aquilone, o cervo volante, occorre strapparlo da un appoggio e correre velocemente, affinchè il vento relativo che si genera, se l'aria è calma, lo sollevi.

Prendendo il rapporto fra il peso di un'aquila, ad esempio, e la superficie delle sue ali ed opportunamente eguagliandovi il rapporto fra il peso di un carrello e la superficie di ali ad esso applicate, ritengo, che facendolo correre con una certa velocità ad ali spiegate e convenientemente inclinate, lo vedremmo sollevarsi.

Il Faccioli per mezzo di telai alati ha fatto alcune esperienze in proposito, ed ha cercato di determinare la resistenza dell'aria, senza però risolvere in modo pratico il problema vitale dell'aviazione.

Occorre fermare l'attenzione sul fatto che l'uccello per discendere non ha che da ubbidire alla gravità, modificandone l'effetto colle ali distese, le quali gli permettono altresì di urtare l'aria con una certa superficie e determinare la reazione che lo sostiene, trasformando, quando gli piaccia, la velocità di caduta in velocità di traslazione.

Per gli uccelli i momenti più penosi, quelli in cui debbono fare a *fortiori* un certo lavoro, sono nella partenza da terra; ma l'istante sarà breve, affinchè il lavoro non sia eccessivo.

Si ritiene da taluni che i gridi che accompagnano la partenza da terra di alcune specie d'uccelli (le pernici ad esempio)

siano l'espressione degli sforzi che debbóno fare. Marey pure ammette che le emissioni d'aria per la trachea accompagnino gli sforzi energici dei muscoli pettorali.

Tornando all'azione delle ali ed agli effetti della resistenza dell'aria, giova ricordare quanto diceva Borelli nel 1680.

« L'uccello che prende il volo comincia dal piegare le gambe e fa un gran salto. Nello stesso tempo le ali si spiegano secondo una linea perpendicolare all'asse del corpo. Esse formano allora due piastre quasi piane, che si abbassano dando un colpo vigoroso in una direzione pressochè perpendicolare al loro proprio piano. Sotto questo colpo violento, l'aria, nonostante la sua fluidità, resiste, tanto per effetto della sua inerzia naturale che la teneva in riposo, quanto per la forza elastica delle sue molecole compresse, che si oppongono alla compressione come farebbe un corpo solido. Da ciò risulta un nuovo salto di tutto il corpo dell'uccello; perchè il volo non è altro che una serie di salti ripetuti frequentemente nell'aria. »

L'effetto dell'inerzia e della elasticità dell'aria è comprovato anche da altri e non può esser messo in dubbio; ma la successione dei salti, ammessa dal Borelli, porterebbe di conseguenza ad un eccessivo lavoro fatto dall'uccello; mentre bisogna ritenere che ciò non sia e che l'uccello trovi nell'aria la forza che lo sostiene e lo trasporta.

Secondo Cordenons il principio supremo della teorica del volo è il seguente:

« Il centro di gravità dell'animale che vola va oscillando come pendolo nel piano verticale che passa pel punto al quale concorrono le direzioni di tutte le forze, che sostengono il corpo nelle regioni dell'atmosfera.

« L'angolo formato dalla verticale con la retta dei centri di gravità e di sospensione, è la funzione delle evoluzioni del volo. Ben s'intende che il centro di oscillazione si muove con moto progressivo. »

Questo principio ci dà ragione di molti fenomeni del volo, ma non è ancora bene affermato.

Non abbiamo pertanto fino ad ora un giusto concetto delle funzioni del volo, e non ostante quanto ho qui cercato di raccogliere e mi sono azzardato di dimostrare, debbo convenire con quanto dice Marey:

« Pour le physiologiste, ce genre de locomotion est un des phénomènes les plus intéressants, mais aussi un des plus mystérieux que la nature offre à ses études; pour le mécanicien, l'explication de la locomotion aérienne est un des plus beaux problèmes dont il puisse poursuivre la solution. Mais le sujet présente des difficultés spéciales. »

Lo stesso Marey riporta un'osservazione fatta a Venezia sui piccioni allo stato libero, e che credo utile citare:

« Quand un pigeon s'envole en fuyant, on voit que l'excursion des battements de ses ailes change continuellement, entre l'instant du départ et celui du plein vol, puis entre le plein vol et le moment où l'oiseau va de nouveau se poser à terre.

« Au moment de l'essor les ailes s'entrechoquent au sommet de leur cours (figura 16ª *a*), tandis que dans le bas de leur excursion elles atteignent à peine la position horizontale: l'angle formé par ces deux positions extrêmes est d'environ 90 degrés. Un istant plus tard l'oiseau est en pleine vol (*b*); ses ailes oscillent autour de la position horizontale formant un angle de 80 degrés à peine.

« Plus tard enfin, quand l'oiseau se rapproche du sol, (*c*) ses ailes ne s'élèvent plus guère qu'à la position horizontale, mais dans leur abaissement, descendent de plus en plus jusqu'au moment où l'aile effectuera ses battements d'arrêt. »

Nel primo caso infatti il piccione ha bisogno di un maggior lavoro per acquistare la velocità che gli è necessaria; quindi maggior percossa delle ali sull'aria, effettuata con una certa velocità affine di trovare la resistenza sufficiente.

Nel secondo caso non ha bisogno che di dare nuovi impulsi alla velocità acquistata e tenere in giusta posizione il centro di gravità ed il centro di pressione per mantenersi all'altezza che più gli talenta, e quindi leggiere oscillazioni dell'ala attorno all'orizzontale. Ciò può ottenere anche col

[illegible] la superficie di percossa, battendo, cioè, anzichè [illegible] tesa con perno all'omero, solo la mano con perno [illegible]

Nel terzo caso il peso deve funzionare per atterrare, e perciò il condensamento dell'aria deve essere minore; quindi brevi e rade oscillazioni, tanto per non cadere col moto accelerato dei gravi; finchè quando sta per toccare terra, le ali battono ripetutamente con parte della loro superficie per smorzare l'approdo e dare il colpo d'arresto.

Questi ultimi movimenti si scorgono più facilmente quando un uccello, per esempio un piccione, si atterra con volo teso. Se ha una velocità residuale, modifica l'inclinazione delle ali per far preponderare il peso sulla forza (componente verticale) che lo sostiene, diminuisce la superficie d'appoggio piegando le ali all'articolazione della mano, abbassa la coda e la testa, e quando infine sta per toccare terra batte le ali, per smorzare la sua caduta col condensamento dell'aria, nel modo e nella misura più convenienti, senza di che si fracasserebbe le gambe: l'ultima battuta è arrestata con le ali in alto per lasciar sfuggire l'aria condensata che lo sosteneva, e, padrone di sè, posare i piedi. L'ala si chiude, dopo che i piedi sono a terra, con un movimento di ripiegamento particolare: è prima la mano che si sovrappone al braccio e poi questo che con una rotazione si addossa ai fianchi. Così opera per non agitare l'aria attorno a sè e non trovare resistenza al ripiegamento dell'ala. La coda lentamente ritorna chiusa alla sua posizione naturale (1).

Gi uccelli acquatici possono posarsi in acqua senza bisogno di tante precauzioni, perchè la resistenza dell'acqua, che opera sopra una superficie ampia, presentata da una conformazione speciale dei piedi, smorza il colpo, mentre la velocità residuale è trasmessa all'acqua, che schizza di sotto alle membrane dei piedi.

---

(1) Ho desunto questi movimenti dell'atterraggio da molte osservazioni fatte in proposito.

Per cambiare direzione, l'uccello non si vale della coda a guisa di timone, come ammisero certuni; bisognerebbe perciò, anzitutto, che la coda fosse disposta, quando aperta a ventaglio, in un piano verticale. Egli non fa che raccorciare o rendere meno ampie le battute di un'ala, mentre con l'altra dà battute più veloci, affinchè il corpo avanzi più da questa parte e giri attorno all'ala meno tesa, o che batte più lentamente. Sposta così anche il centro di gravità ed il centro di pressione aiutando questo spostamento col deviare la testa e la coda. Nel volo teso non fa altro che abbassare l'ala del fianco verso cui vuol girare.

La coda adunque non compie in modo assoluto l'ufficio che fa il timone nella nave; ma serve coi suoi movimenti, o col suo ripiegamento, a diminuire la superficie d'appoggio dalla parte verso cui vuol girare, concorrendo anche a spostare il centro di gravità.

E che l'inuguaglianza di superficie delle ali serva a far voltare l'uccello dalla parte dell'ala che ha minor superficie, si dimostra in un modo molto semplice anche con la freccia di carta alata, che usano i ragazzi per i loro esercizi di tiro, o per le loro biricchinate di scuola.

Infatti, costrutta una freccia di carta con un'ala meno estesa dell'altra, la si scagli in avanti e vedremo che non va diretta, ma piega dalla parte dell'ala più corta.

Considerando anche l'espressione analitica della resistenza dell'aria, isolatamente per le due ali, si confermerà che l'uccello deve piegare dalla parte verso cui ha l'ala meno distesa e dotata di una minor velocità di percossa.

Quale macchina più perfetta potremo noi costruire? Inesistenza di attriti, stantuffo, cassetta di distribuzione, sfuggita del vapore, freno, timone perfetti ed ubbidienti alla volontà dell'animale, od alle forze esterne che agiscono sul medesimo.

VIII.

Nel volo *remigato* od a *battute*, l'uccello solleva ed abbassa repentinamente le ali, come fa il remo per spingere innanzi la barca.

Nella posizione di massimo sollevamento, le ali si trovano con le punte indietro, indi sono spinte innanzi, percuotono l'aria colla massima superficie dall'avanti all'indietro, di poi si risollevano per ripetere la manovra.

Nell'abbassamento è l'omero che opera, mentre nel sollevamento operano tutte le articolazioni.

Il movimento indietro della mano all'inizio del sollevamento è dovuto probabilmente ad una flessione del cubito che precede il sollevamento dell'ala. Portandosi la mano indietro, l'omero si porta innanzi e con esso pure il corpo deve avanzare.

I movimenti dell'omero sono molto meno estesi nel senso verticale, che nel senso da avanti all'indietro, come si può anche desumere dal solo esame della conformazione della testa omerale, che ha la forma di un elissoide coll'asse maggiore verticale. Di conseguenza vi è libertà e facilità di movimenti da avanti all'indietro, che permettono di spingere con maggiore o minore violenza l'aria indietro dopo essere stata compressa ed aver reagito sull'ala.

Quando l'ala che discende incontra la resistenza dell'aria, le remiganti, per effetto di questa, si raddrizzano aumentando così la superficie di percossa, ed alla fine dello abbassamento, riprendendo la loro naturale posizione, continuano la compressione dell'aria.

Prechtl ha dimostrato l'utilità di questa elasticità delle remiganti, che immagazzinano una parte del lavoro motore sviluppato nel colpo d'ala, e restituiscono in seguito questo lavoro riprendendo la loro forma primitiva.

Le battute dell'ala non sono contenute in un piano verticale, e la punta dell'ala coi suoi movimenti attorno all'articolazione della spalla descrive una linea chiusa, che si appros-

sima a quella della figura 17ª, nella quale il punto *o* rappresenterebbe l'omero.

Tale figura non è adagiata in un piano, nè in una superficie sferica, perchè nel suo movimento periodico l'ala si spiega e si ripiega, cangiando di lunghezza ad ogni istante. Si può piuttosto ritenere tracciata sopra un'elicoide.

Marey ammette che la fase di abbassamento dell'ala si compia in un tempo maggiore di quello in cui si compie il sollevamento. Nel piccione l'intiera battuta avrebbe, secondo lui, una durata di 7 $^1/_2$ sessantesimi di secondo: 4 $^1/_2$ per l'abbassamento e 3 pel sollevamento.

Navier, Cagniard de Latour e Liais ritengono al contrario che il sollevamento sia più lento dell'abbassamento.

L'asserzione di questi ultimi potrebbe essere razionale, poichè, per rendere minima la resistenza dell'aria nel sollevamento, l'ala dovrebbe compiere tale fase con velocità minore.

Parlando della struttura anatomica degli uccelli, abbiamo visto che il tendine del medio pettorale, dopo aver contornato l'articolazione della spalla e la testa dell'omero, si fissa ad esso.

Secondo Marey l'azione del medio pettorale, trasmessa al tendine, sarebbe d'innalzare l'ala e perciò lo chiama *sollevatore*, mentre l'azione del muscolo gran pettorale sarebbe di abbassare l'ala, onde l'appellativo di *abbassatore*; e questo secondo muscolo sarebbe più voluminoso e più potente.

Legal e Reichel, ammetterebbero che nel piccione il peso del muscolo abbassatore sia di 30 *g* e quello dell'elevatore di 5,5 *g*; e nell'aquila di 224 *g* e 12,60 *g* rispettivamente.

Senza voler confutare tali opinioni, parmi che potrebbesi non escludere anche l'azione di un sol muscolo o di entrambi, messi in azione nel sollevamento dell'ala dalla spinta dell'aria, di cui dirò appresso.

Se ad un uccello solleviamo in alto l'ala, vedremo che questa si porta in basso istintivamente, e se lo teniamo per le zampe vedremo che esso, volendo fuggire, apre le ali, ma con grande sforzo, e non riesce a tenerle sollevate. Se dunque riteniamo

che un tendine, od entrambi, siano nella loro posizione normale quando l'ala è in basso, se questa è sollevata, essi vengono tesi; ma per la loro elasticità dovendosi raccorciare, faranno rotare la testa dell'omero e porteranno in basso l'ala.

Potrebbesi però anche ammettere che i due tendini fossero situati in maniera che, mentre l'uno si accorcia, l'altro si allunghi e colle loro tensioni alternate determinino il sollevamento e lo abbassamento dell'ala.

Alcuni ritengono che l'ala nel sollevarsi non incontri resistenza nell'aria, sia per la maniera stessa con cui si solleva girandosi e cercando di tagliare l'aria, sia perchè colla rotazione delle remiganti, operata automaticamente da un legamento muscolare, queste si discostano e lasciano fra loro passaggio all'aria, operando a guisa di valvola.

Le ali artificiali ideate dal Seguin, avevano infatti la proprietà di una valvola che si apriva dall'alto al basso, cioè durante il sollevamento.

Pure ammesso il funzionamento a valvola delle remiganti, sono indotto a ritenere che l'uccello, per vincere la resistenza dell'aria nel sollevamento, chiuda in parte l'ala (1) ed abbia modo di portarla in alto, in guisa da sfuggire alla resistenza dell'aria dall'alto al basso.

Certo si è che i movimenti delle penne dell'ala debbono avere una certa funzione nel volo, essendo indispensabile che possano scorrere senza attrito le une sulle altre. Infatti l'uccello colle remiganti anche leggermente invischiate non vola più; ed a mala pena vola se sono bagnate, non tanto perchè aumentano di peso, quanto perchè si creano attriti.

Non vediamo noi la cura assidua che pongono i volatili a tenere ben nette le penne delle ali? Frequentemente col becco le pettinano accuratamente ad una ad una.

Si osserva che il pipistrello non ha penne, ma una membrana alare, eppure anch'esso vola; ma questa membrana è

(1) Il valore della resistenza diminuisce infatti col diminuire la superficie in movimento, e col diminuire la velocità (capo II), quindi il sollevamento dovrebbe essere meno veloce e la superficie ridotta.

suscettibile di molteplici ripiegamenti ed ha una struttura molto analoga a quella delle ali pennute, presentando numerosi tendini che la ripartiscono in varie striscie simili alle remiganti.

I vampiri mitologici stessi ed il drago alato ci furono tramandati da antichi dipinti colle ali solcate da numerosi tendini.

Osservando il volo dei grandi pipistrelli, si scorgono facilmente nelle battute d'ala le continue variazioni di superficie delle ali; e puossi inferire che nel sollevamento l'ala sfugge alla resistenza dell'aria, dall'alto al basso, riducendo la sua superficie.

Che l'ala, come diceva Borelli, si sollevi presentando all'aria la sua costola, non può ammettersi per la disposizione anatomica dell'articolazione della spalla, che non permette all'ala di dirigere il suo bordo anteriore in alto. In tal modo poi verrebbe accresciuta assai la resistenza frontale.

Se potessimo avere le immagini fotografiche secondo l'asse del volo vedremmo anche le curvature, le distensioni, i ripiegamenti dell'ala; ma le immagini riproducendosi sempre nello stesso punto della lastra, o quasi, si confonderebbero. Marey ha cercato di evitare tale confusione con la lastra girante, per ottenere la dissociazione delle immagini; ma non risolve completamente il problema, perchè bisognerebbe trovarsi con l'apparecchio sempre sulla linea percorsa dall'uccello, a fine di non prendere abbagli a causa dell'angolo d'incidenza colla lastra.

Le immagini ottenute dal Marey colla fotocronografia dànno una discreta idea delle varie posizioni dell'ala nella battuta, e permettono anche di apprezzare gli spazi percorsi nelle varie fasi; ma non riproducono le inflessioni, le distensioni dell'ala in tutti i sensi.

L'apparecchio ideato dal medesimo per avere l'immagine proiettata su tre piani perpendicolari fra loro, è troppo complicato per poter dare un buon risultato pratico, e richiede che l'uccello voli in una data direzione prestabilita ed invariabile.

Per dare un'idea approssimativa delle proiezioni verticale ed orizzontale nei vari momenti di una battuta delle ali, riporto dal Marey la figura 18ª.

Da quanto è stato possibile desumere dalle osservazioni e dalle immagini fotografiche, si può concludere che una battuta d'ala si compia nel modo seguente.

Dal sollevamento ad ala tesa colla mano volta indietro, l'ala si abbatte distesa fino all'orizzontalità e le remiganti si raddrizzano per effetto dell'aria e perdono la loro curvatura a concavità inferiore; poi si abbatte ancora portandosi in avanti, mentre le remiganti riprendendo la loro curvatura continuano l'abbassamento del bordo posteriore dell'ala; quindi rimonta, piegando la mano e raccogliendo le remiganti al corpo, poscia alza il cubito, per ultimo il carpo distendendo la mano indietro e rotando, per modo da vincere la resistenza dell'aria, che preme di sopra. Nel frattempo il corpo lanciato come un proiettile, obliquamente in alto, descrive una curva prima ascendente, poi discendente.

La quantità di cui gli uccelli chiudono le remiganti dipende dalla velocità del volo: è minore se la velocità è piccola, maggiore se è grande.

Comprimendo l'aria coll'abbassamento dell'ala si genera al di sopra un vuoto che facilita l'ascensione del corpo, ma poichè l'ala nel discendere si porta avanti, il vuoto si fa piuttosto da quella parte, per la qual cosa l'uccello col battere delle ali riceve la forza di propulsione, e la sfuggita dell'aria indietro concorre colla conseguente reazione a portare innanzi il corpo dell'uccello.

Di mano in mano, poi, che l'uccello si sposta, lascia il vuoto anche dietro di sè e l'aria, venendo a riempirlo, dà un altro impulso alla progressione dell'animale.

Legando con un filo sottilissimo, con un capello, un piccolo uccello artificiale di carta leggera ad un piede di un uccello e lasciando il filo di tal lunghezza che l'uccellino di carta rimanga dietro la coda, ho potuto osservare che (mentre l'uccello vola) quello di carta è spinto indietro fino a tendere il filo all'inizio dell'abbassamento delle ali, e quindi trascinato in

avanti, rimanendo il filo allentato, dalla reazione dell'aria che viene a riempire il vuoto fatto dall'uccello in movimento.

Ciò si osserva anche nella farfalla trascinata dalla corrente di un passero che vola.

È per effetto dell'azione dell'aria che l'ala nell'abbassarsi, dopo raggiunta la orizzontalità, è portata innanzi. Infatti se percuotiamo l'aria con una lamina piana, sottile ed uniforme l'aria sfugge in tutte le direzioni; ma se la battiamo con una lamina a guisa d'ala, più grossa verso un bordo, l'aria sfugge tangenzialmente a questa dalla parte del bordo più sottile ed il bordo più grosso è portato innanzi.

Aumentando la velocità di percossa o di abbassamento, crescerà la resistenza dell'aria, e quindi l'uccello sarà spinto in alto; se vuol mantenersi alla stessa altezza dovrà rallentare la velocità delle battute, e la rallenterà maggiormente se vorrà discendere. Ma i primi colpi saranno assai più faticosi, perchè dovrà vincere la inerzia della massa e dovrà acquistare la resistenza che opera pel movimento di elevazione.

Se l'uccello trova subito il vento favorevole, che lo urta di fronte, i suoi movimenti sono facili, perchè il vento, urtando obliquamente la faccia inferiore dell'ala, la solleva e sostiene l'animale, come abbiamo visto parlando dell'azione del vento, e sfuggendo indietro senza lavoro dell'animale, lo porta di conseguenza in avanti; ma se l'aria è calma, l'uccello dovrà procurarsi il vento relativo con ispreco di forza e con poco vantaggio del volo (Capo IV).

Il sollevamento dell'ala, fatto a spese dell'azione dell'aria, credesi non abbia parte attiva nel movimento in avanti, come ci confermano le immagini fotocronografiche ed il ragionamento teorico; e quindi in questa fase vi è perdita di velocità e di altezza. In conclusione, ad ogni abbassamento d'ala corrisponde una maggior velocità ed un sollevamento del corpo; mentre che ad ogni sollevamento si verifica una diminuzione di velocità e di altezza.

Marey per mezzo della fotocronografia ha potuto comprovare anche che l'uccello nel volo a battute ha una accelerazione della velocità media del volo; così che la velocità

del volo cresce a poco a poco, a partire dal momento in cui spicca il volo.

Dalla figura 19ª, tolta dal Marey, si possono vedere le diverse posizioni prese dall'ala di un gabbiano nel volo a battute, e prendendo per punto di riferimento l'occhio dell'uccello, si può anche verificare che questo s'innalza appunto durante la fase di abbassamento dell'ala.

Queste oscillazioni verticali, riferite ad un punto fisso, avrebbero, sempre secondo Marey, un'ampiezza da 4 a 8 *cm* sull' asse del volo; e le distanze percorse durante le fasi di abbassamento e di sollevamento dell'ala starebbero nel rapporto di $^2/_3$.

Il centro di gravità invece sale quando le ali si sollevano, discende quando si abbassano; quindi si può arguire che il centro di gravità si mantenga sull' asse del volo, mentre ciascun punto del corpo, individualmente considerato, presenta una traiettoria diversa.

Adunque dalla compressione dell'aria e dalla sfuggita di questa indietro, l'uccello è portato innanzi, ed il vento che gli viene di fronte fa il lavoro necessario al volo.

Ma fra le forze che operano sull'animale sappiamo esservi quella ritardatrice del movimento. Per diminuirne il valore, l'uccello avrebbe vantaggio a presentare al vento la sua ala, che si abbassa, sotto un angolo acutissimo, se trovasse tuttavia la forza sostenitrice sufficiente.

Imprimendo però alle ali una velocità di battuta maggiore, o spirando il vento contrario con una certa intensità, viene accresciuta secondo il bisogno la spinta verticale, senza cambiare l'angolo d'inclinazione delle ali.

Perciò, quando l'uccello possiede grande velocità, si sostiene e trova poca resistenza alla sua traslazione, perchè può urtare il vento con un angolo acutissimo, e perde meno dell'accelerazione che i colpi d'ala precedenti gli hanno impresso. Ne consegue che nel pieno volo il mantenimento di una grande velocità costa meno lavoro di quello che ne costi, alla partenza, l'acquisto di una debole velocità; cosicchè nel pieno volo l'ampiezza delle battute diminuisce assai e la loro fre-

queuza diviene minore. L'osservazione mostra infatti che il gabbiano ed il piccione non danno in pieno volo, rispettivamente che 3 a 6 battute d'ala per 1″, in luogo di 5 ed 8 che ne danno in partenza (1).

Ne consegue anche che, se il vento è di conveniente velocità, sarà facile al volatile raggiungere l'intento; mentre se l'aria è calma, dovrà dare battute più frequenti e più veloci con angolo d'inclinazione maggiore, affine di accrescere, col concorso delle due condizioni, il valore della forza sostenitrice; ma anche la forza ritardatrice crescerà e l'animale progredirà perciò lentamente.

Anche la velocità ha un limite, perchè entra pure nel valore della forza ritardatrice del movimento.

Se ad un uccello mozziamo le remiganti, veniamo a diminuire la superficie d'appoggio, e le battute d'ala debbono accelerarsi al fine di aumentare, quanto è necessario, il valore della resistenza dell'aria, diminuito per l'avvenuta sottrazione di superficie d'appoggio.

Sembrerebbe che la lunghezza delle ali fosse vantaggiosa pel volo; infatti il rondone, che ha ali lunghe in rapporto al corpo, ha volo veloce; ma questa lunghezza ha pur essa un limite oltre il quale non si può andare per ragioni di peso, di leva, di meccanica, che sussistono maggiormente nel primo istante della partenza, quando è costretto a fare effettivamente lavoro per vincere la resistenza d'inerzia (2).

Nel volo a battute, alcuni uccelli producono un rumore sibilante, particolare, che Virgilio (nell'*Eneide*) ha rassomigliato al battere delle mani che applaudiscono:

. . . . . *alis*
Plaudentem nigro figit sub nube columbam.

---

(1) Non è ben certo quale sia il massimo numero delle battute d'ala. Secondo alcuni il piccione darebbe fino a 10 battute per 1″.

(2) Se una barca viene spinta con una certa velocità e con un certo numero di remate con remi di una data lunghezza, con remi più corti bisognerà accelerare le remate per avere la stessa velocità. Ma anche per la lunghezza dei remi vi è un limite per le stesse ragioni dette per le ali.

Così un poeta contemporaneo, Pietro Dupont de Saint-Pierre:

« Come fruscio d'ala fugace
D'arcano messaggiero
Di conforto e di pace ».

Il rumore prodotto da un branco di colombi, meglio ancora di colombacci, che volano, è così forte che si ode anche a discreta distanza, ed essi stessi ne sono assordati; ciò ha fatto credere che i colombacci, mentre hanno vista acutissima, siano per contro sordi.

Questo rumore, secondo D'Esterno ed altri, sarebbe dovuto alla percussione delle ali dorso a dorso nella posizione del massimo sollevamento; ma a forza di battere si scalderebbero le cartilagini, le parti carnose dell'ala ed anche le ossa, non ostante il cuscino di penne, con poco gusto del volatore.

Io credo che il rumore sia dovuto agli sfregamenti delle barbe e dei tubi delle remiganti nel continuo ripiegarsi e distendersi dell'ala nelle battute; se pure non sono estranee al rumore anche le vibrazioni del fluido in movimento.

Si è detto da taluni che altri uccelli volano silenziosi; ma ciò può dipendere da una minor ruvidezza delle penne, le quali negli sfregamenti producono rumore meno intenso, che non è percepito da chi ascolta ed osserva, trovandosi di solito ad una certa distanza.

Mouillard infatti ha osservato che i tubi delle remiganti di questi uccelli sono coperti di una spessa peluria, ed io stesso l'ho riscontrato nel barbagianni, nel gufo, nella civetta. La natura avrebbe dato a questi rapaci notturni la maniera di volare in silenzio per non disturbare la dolce tranquillità della notte ed il sonno degli uccelli, che i loro occhi, visivi all'oscuro, scoprono appollaiati sui rami, e che son condannati ad essere preda loro.

IX.

Quando l'uccello ha acquistato una certa velocità v, alla quale corrisponde una forza viva uguale ad $^1/_2\ m\ v^2$, se l'aria è calma, si è creato il vento relativo, che lo sostiene, e può scivolare per un certo tratto valendosi della forza viva acquistata. È allora che usa il volo *teso* o *a scivolate*: il *planer* dei francesi.

Ma scivolando, la forza viva si consuma, precisamente come avviene per un proiettile lanciato da un'arma da fuoco, ed in conseguenza il vento relativo diminuisce; quando l'uno e l'altra stanno per annullarsi, l'animale ripete i colpi d'ala per riguadagnarli. Così può alternare il volo a battute o remigato, col volo teso od a scivolate.

Il volo teso non ha bisogno del vento; la forza sostenitrice che si oppone alla gravità è creata dal vento relativo che l'animale si è generato in grazia della grande velocità acquistata con battute d'ala, o lasciandosi cadere da una certa altezza.

D'Esterno ed altri rassomigliano il volo teso al meccanismo del cervo volante.

Un cervo volante si può sollevare, sia quando il vento soffia con forza, sia quando l'aria è calma. Nel primo caso è l'azione del vento che lo solleva, e lo mantiene ad una certa altezza, se il vento spira con intensità costante.

E poichè l'intensità del vento non è costante, soffiando a raffiche, vediamo il cervo volante risentire di quella incostanza ed alzarsi ed abbassarsi frequentemente, seguendo precisamente le variazioni di quella intensità.

Per innalzarlo con aria calma, conviene trascinarlo correndo ed allora la velocità, che gli viene impressa, crea il vento relativo che lo solleva.

Più la velocità impressa è grande e più l'apparecchio si solleva, perchè, la resistenza dell'aria crescendo col quadrato della velocità, la resultante verticale di quella supera il peso

dell'apparecchio, mentre che quella orizzontale è neutralizzata dall'azione della corda.

Ma la componente verticale è funzione anche dell'angolo sotto cui presenta la sua superficie all'azione del vento assoluto o relativo; quindi in principio, quando il piano che percuote l'aria, o ne è percosso — il che fa lo stesso — è presso a poco verticale, l'effetto del vento si esercita quasi tutto orizzontalmente e la corda è fortemente tesa e per contro la componente verticale basta appena a sollevare l'apparecchio. Ma a misura che si innalza, il piano fa un angolo più piccolo colla direzione del movimento, la corda è meno tesa ed il peso è vinto dalla componente verticale.

Cresca la velocità per opera di chi tiene la corda, con che si aumenta anche l'intensità del vento relativo, o se tira vento, questo soffi con più forza, il cervo volante salirà più in alto per effetto di quella azione e del diminuito angolo della sua superficie con la direzione del vento. L'angolo sotto cui la superficie si presenterà al vento dipende però anche dalla maniera con cui è attaccata la corda.

Adunque, come si è visto anche altrove, la velocità dell'aria in rapporto alla superficie che incontra, e l'angolo che fa questa superficie con la direzione del vento, sono le cause che intervengono per far variare l'azione delle forze orizzontale e verticale sopra un cervo volante; e le stesse cause operano sulle ali dell'uccello quando va con volo teso.

E poichè l'azione delle due forze dette è proporzionale anche alla superficie delle ali, ne consegue che un animale dotato di grandi ali, è più adatto al volo teso, sempre che possa acquistare una velocità tale da creargli il vento relativo che funziona nella scivolata.

Le cornacchie, i gabbiani ed i piccioni usano facilmente il volo teso.

La scivolata è fatta a spese della forza viva acquistata dall'animale, e la forza sostenitrice dell'aria (componente verticale) è funzione di questa forza viva; quindi man mano che la prima si consuma, la seconda diminuisce e teoricamente il volatile dovrà perdere d'altezza quando la

forza sostenitrice sarà vinta dal peso. Ma se la forza viva è grande, anche la forza sostenitrice è considerevole e potrà essere di tanto superiore al peso da permettere all'uccello di scivolare senza discendere; a condizione però di perdere una maggior parte della sua velocità, come permettono di affermare le leggi di balistica esterna.

Uscirei dal mio còmpito addentrandomi in simili teorie; ma si potrà facilmente comprendere che i piccoli uccelli avranno scivolate di breve durata, anche perchè il valore della forza viva $^1/_2\ m v^2$ è piccolo.

Una quistione importante si presenta da risolvere, cioè, quale sia la più grande distanza orizzontale che un uccello possa percorrere scivolando, in virtù di una velocità acquistata dai colpi d'ala, o da una caduta.

D'Esterno ha osservato che la distanza orizzontale percorsa può raggiungere 8 volte l'altezza perduta, e la traiettoria farebbe in questo caso un angolo di 7° coll'orizzonte.

Un uccello animato da grande velocità potrà elevarsi, se orienterà le sue ali sotto un angolo aperto, inferiore però a 45°, ma a patto di sacrificare buona parte della velocità acquistata, perchè, mentre cresce la componente verticale, cresce anche la orizzontale, che ritarderà il movimento.

Se orienterà le sue ali sotto un angolo molto acuto, non perderà molto in velocità; ma s'innalzerà poco o discenderà, qualora la componente verticale non equilibri il peso dell'uccello.

Nel volo teso la traiettoria potrà adunque essere ascendente, o sensibilmente orizzontale, o discendente.

Il volo teso, che interrompe il volo remigato, sembra che sia compiuto generalmente con traiettoria pressochè orizzontale, ed in tal caso l'angolo dell'ala coll'orizzonte dovrà crescere fino ad un certo limite a misura che la velocità acquistata diminuirà, per ritardare l'azione del peso in virtù della resistenza dell'aria.

Questi cambiamenti d'inclinazione dell'ala sono funzione di spostamenti del centro di gravità, al cui effetto concorrono gli spostamenti della testa, del collo, della coda e delle

gambe; perchè anche le gambe hanno la loro funzione nel volo e non solo nel volo teso, ma in ogni genere; tanto è vero che legando le gambe di un uccello, anche soltanto ai metatarsi, questo tenta slanciarsi in aria, ma non può volare che a mala pena e per brevi tratti.

Tutte le esperienze fatte da Marey (1) con piani sottili a guisa di cervi volanti, circa gli spostamenti del centro di gravità, sono assai dilettevoli e possono dare un'idéa di ciò che avviene per gli uccelli; ma una idea soltanto approssimativa, perchè gli effetti dell'aria su piani sottili ed uniformi, giova ripeterlo, non si possono appropriare a superficie, come le ali, di curvatura varia e non determinata, e di grossezza disforme; nè l'osservazione e la fotografia ci aiutano molto per precisare l'inclinazione, la flessione e le movenze delle ali.

Per quanto ho potuto desumere dalle poche osservazioni che mi è stato possibile di fare, nel volo teso, le ali sono leggermente inflesse in alto e la curvatura in basso delle remiganti è raddrizzata; e, per quanto ho detto altrove, possiamo teoricamente ritenere che secondo l'asse del corpo l'ala faccia un angolo coll'orizzonte, che può variare da pochi secondi a 12°. Inoltre l'ala non rimane immobile, ma oscilla lentamente attorno alla spalla, per cambiare d'inclinazione secondo il bisogno.

Così pure non è ben precisato se le ali siano volte colla loro punta innanzi od indietro; ma, poichè il centro di pressione dell'aria si ravvicina tanto più al margine anteriore, quanto più la velocità è grande e la superficie dell'ala fa con l'asse del volo un angolo acuto (esperienze di Avanzini) (2),

---

(1) *Le vol des oiseaux.* — Paris, 1890, pag. 299

(2) Avanzini per la resistenza dell'acqua a piani in essa sommersi ha trovato che vi è coincidenza del centro di pressioi e col centro di figura, quando lo spostamento avviene normalmente al piano; ma la coincidenza cessa quando il piano è inclinato sulla direzione del suo movimento. Il centro di pressione si ravvicina allora all'orlo anteriore del piano e tanto più, quanto più l'angolo d'inclinazione è piccolo e la sua velocità è grande. Questo devesi maggiormente verificare con piani aventi l'orlo anteriore più grosso.

per mantenere l'equilibrio in queste condizioni la punta dell'ala dovrebbe essere portata indietro.

Le osservazioni di Mouillard ci insegnano infatti che se un uccello scivola velocemente, la punta delle ali è portata indietro (fig. 20ª); mentre se lentamente è portata innanzi (fig. 21ª).

Del resto, con grande velocità, esso ha bisogno di una minor superficie e, ripiegando la mano per diminuire la superficie dell'ala, la punta di questa vien portata conseguentemente indietro. Per contro, con piccola velocità, esso deve aumentare la superficie d'appoggio, perciò stendere gli arti dell'ala quanto più è possibile, e nella massima distensione di questi la punta dell'ala è rivolta in avanti.

Considerando inoltre che le forze, che operano sul corpo dell'uccello durante lo slittamento, sono il peso del corpo, la forza propulsiva o forza viva dovuta alla velocità acquistata, la pressione dovuta alla resistenza dell'aria normale al piano delle ali e la resistenza frontale del corpo; e poichè il peso passa pel centro di gravità, anche la risultante di tutte le restanti forze dovrà, per l'equilibrio, passare pel centro di gravità. Diversamente il movimento sarebbe composto di traslazione e di rotazione: la traslazione sarebbe dovuta all'azione della resultante finale di tutte le forze, la rotazione ad una coppia d'inerzia, la quale avrebbe per momento la resultante prementovata per la sua distanza dal centro di gravità.

Quindi, se il centro di pressione è spostato innanzi durante la traslazione rapida, è necessario che anche il centro di gravità sia spostato avanti per mantenere l'equilibrio; la qual cosa si ottiene, come ho già detto, coll'allungamento del collo, con lo spostamento della punta dell'ala indietro, che porta innanzi la parte più grossa e più pesante di questa, coll'azione della coda.

X.

Ho distinto, come fecero quasi tutti coloro che parlarono di quest'argomento, il volo teso da quello veliero. Il primo è proprio di tutte le specie e può effettuarsi anche senza vento, il secondo non appartiene che ad alcuni volatili ed ha bisogno del vento per prodursi. Il primo è di breve durata, il secondo può durare a lungo.

Secondo il professor Müller-Hanenfels, il volo a vela può effettuarsi anche colla bonaccia e lo ritiene allora costituito da una serie di ondulazioni. Alcuni tentarono di spiegare questo genere di volo coll'esistenza di correnti ascendenti, ma le supposizioni fatte, appoggiandosi ad alcune particolarità della direzione del vento, non armonizzano coi fatti desunti dall'osservazione. Altri, infine, non vollero ammettere l'esistenza di un tal volo col vento di fronte; ma per convincersene basta osservare un'aquila, un airone, un falcone filare in aria col becco al vento senza dare un colpo d'ala.

Se volo veliero chiamiamo quello fatto per lunghi percorsi colle ali tese, esso non può ammettersi colla bonaccia, e se alcuni hanno potuto osservarlo in tali condizioni, è che mentre al suolo era la calma, in alto spirava vento. Infatti l'aria generalmente è di più in più agitata a misura che si va in alto.

Non è certo facile còmpito dare esatta ragione di tutte le manovre del volo a vela; ma abbandonando l'analisi, tenterò di trovare una spiegazione in tesi generale, che spero abbastanza soddisfacente.

Abbiamo visto che l'uccello può scivolare senza il vento in virtù della velocità acquistata colle battute d'ala, o con una discesa, o con i due modi combinati; ma tale velocità, ed il vento relativo, che ne è conseguenza, vanno man mano decrescendo. Non potendo l'animale distruggere la forza ritardatrice del movimento, senza compromettere quella sostenitrice, giungerà per esso un momento in cui la forza viva sarà consumata, sicchè il peso lo trascinerebbe a terra, se non rinnovasse tale forza con battute d'ala.

Ma se spira vento di fronte, potendo con lieve inclinazione delle ali mantenere in giusta misura la forza sostenitrice (componente verticale), e ridurre minima quella ritardatrice (componente orizzontale), anche la forza viva durerà più a lungo e se, mediante opportuna inclinazione delle ali in rapporto alle intensità del vento, l'uccello dà alla forza sostenitrice una preponderanza sul peso, sarà spinto in alto; indi cambiando l'inclinazione delle ali, od approfittando di una diminuzione d'intensità del vento, o riducendo la superficie delle ali, potrà discendere e convertire cosí la caduta in velocità di traslazione e poi rimontare per ridiscendere, e così di seguito, compiendo per lungo tempo un percorso ondulato senza dare un colpo d'ala.

Ritengo pertanto che non vi sia differenza fra le funzioni del volo teso e quelle del volo veliero, se non per la origine delle forze esterne che li producono, occorrendo pel secondo che spiri vento di fronte di conveniente intensità.

Ora poichè i fatti suesposti meglio si producono con grande superficie di ali, e con sufficiente massa, il volo veliero, date le ordinarie velocità del vento, sarà solo possibile a quelle specie che hanno un conveniente rapporto fra peso del corpo e superficie di ali.

Con vento forte veleggiano anche gli uccelli meno provvisti di superficie d'ala. I gabbiani colla bonaccia o con venti deboli, volano battendo le ali e scivolando, e veleggiano con vento forte, riprendendo il volo remigato durante le soste del vento; colla quale manovra accumulano nuova forza viva, che permette loro di veleggiare durante la raffica.

La traiettoria percorsa nel veleggio sarà composta pertanto da una serie di ondulazioni (fig. 22ª), e la velocità sarà maggiore nel ramo discendente che nell' ascendente, perchè in questo guadagna altezza a scapito della velocità.

All'occhio dell'osservatore, però, specialmente se è posto in basso, la traiettoria apparirà come una retta orizzontale o leggermente inclinata.

I cerchi, che secondo alcuni descrivono gli uccelli nel volo a vela, parmi che possano spiegarsi così.

Un'ondata aerea si conserva presso a poco costante in direzione ed in intensità al più per 20 secondi, poi ne segue un'altra che fa almeno 30° ed anche 60° e 90° con la prima. L'uccello, che affrontava la prima ondata, quando questa cambia di direzione, è costretto a virare per ricevere ancora il vento di fronte; e poichè il cambiamento di direzione del vento non si effettua bruscamente, ma gradualmente, l'uccello finisce per descrivere un cerchio, di raggio tanto più grande, quanto più lentamente l'ondata passa da una direzione ad un'altra.

Essendo intermittente il vento, la forza che opera pel volo non sarebbe continua e gli spazi percorsi a vela non sarebbero considerevoli; ma l'uccello spostandosi in alto od in basso, per quell'instintivo senso delle correnti, mentre lascia la zona ove la raffica sta per cessare, spesso ne incontra un'altra dove è nella massima intensità, e così il volo a vela può essere eseguito a lungo.

Froundes, noto pei suoi lavori d'arte navale, riferisce di un uccello che seguiva una nave tenendosi ad una certa distanza dalla gabbia, senza mai muovere le ali. Questo fatto, mentre prova l'esistenza del volo veliero, mostra che quell'uccello si valeva, per veleggiare, della corrente prodotta dalla nave col suo moto, mantenendosi a quella distanza ove gli giungeva la corrente con intensità favorevole al suo genere di volo.

Quando il volatile ha acquistato una certa velocità ed incontra il vento favorevole di fronte, il quale provvede al consumo di quella, sembrerebbe che non avesse da fare che un lavoro d'equilibrio. Ma bisogna ricordare che l'effetto della componente verticale, che lo spinge in alto, tende anche a sollevargli l'ala, quindi dovrà fare necessariamente uno sforzo muscolare per mantenerla distesa.

Questo sforzo, però, non sarà eccessivo, perchè una parte di quella forza sarà consumata pel raddrizzamento delle remiganti; una parte sarà vinta dalla resistenza dall'alto al basso ed una certa parte, suppongo sarà vinta da un'opportuna inflessione e da una movenza dell'ala, adeguate alla forza dei muscoli ed alla struttura anatomica dell'uccello.

Infatti, nel volo veliero la curvatura delle ali si presenta schematicamente come nella figura 23ª, e forse gli arti dell'ala assumono varie curvature od inflessioni. Dico forse, perchè non ho potuto fare osservazioni dirette sopra uccelli che praticano il volo a vela; ma alcun che ho riscontrato nel volo teso, nel quale, secondo me, si compiono le stesse funzioni che nel primo.

Ho osservato appunto che il piccione, nel volo teso, dà all'ala la forma di una paletta di elice (fig. 24ª).

La fotografia instantanea potrà aiutare a dissipare molti dubbi ed a risolvere i problemi relativi al volo teso e veliero; e per questi, i movimenti non essendo molto rapidi, occorrerà avere un obbiettivo a lungo fuoco, che dia grandi immagini, sulle quali sia facile apprezzare le movenze dell'uccello.

Certo è che la soluzione del volo veliero farà fare un rapido progresso all'aviazione, al volo meccanico.

XI.

Con le formole del capo IV si può determinare quale velocità di vento occorra ad un piccione, che orienti le sue ali al vento con un angolo di 3 gradi, per sostenersi nell'aria.

Ritenendo il peso del piccione di 390 g e la superficie delle sue ali di 0,075 m^2, per l'espressione [4], avremo (1):

$$0{,}390 = 0{,}116 \times 0{,}075 \times 0{,}05234 \times 0{,}99863\ V^2$$

da cui $V = 29{,}29\ m$.

Ma poichè tale velocità non si riscontra che nei venti impetuosi, ne risulta che il piccione con i venti ordinari non può effettuare il volo a vela, eccetto che aumenti assai l'an-

(1) Il Faccioli, nel suo libro *La teoria del volo e della navigazione aerea* (Milano 1895), assume l'espressione $P = KS\,V^2 \cos\alpha$ e per K il valore 0,04; ma parmi che non possa trascurarsi che la resistenza dell'aria contro superficie inclinate sulla direzione del movimento è funzione di sen α e quindi la componente verticale di questa, di sen α cos α

golo di inclinazione delle ali, nel qual caso crescerebbe la forza ritardatrice al movimento, e l'animale progredirebbe lentamente, o sarebbe spinto indietro.

Prendiamo infatti per velocità di vento 8 *m*, e vediamo con quale angolo il piccione debba inclinare le sue ali. Per la solita relazione avremo:

$$0{,}390 = 0{,}116 \times 0{,}075 \times 64 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha ,$$

dalla quale risulta per α un valore immaginario.

Concludendo adunque, con venti ordinari il piccione non potrà veleggiare; mentre potrà scivolare se avrà raggiunto una certa velocità, per esempio di 29,29 *m*, o superiore, o di poco inferiore, potendo in tal caso essere sostenuto dalla resistenza dell' aria, pur mantenendo le sue ali inclinate con piccolo angolo, con che la resistenza al moto sarà poco considerevole.

Nel caso in cui fosse: $V = 29{,}29$ ed $\alpha = 3°$, questa resistenza avrebbe il valore 0,0204.

Se la velocità è alquanto superiore, sarà sufficiente una minor superficie scivolante, ed il piccione potrà far operare le punte delle ali come propulsori.

Ricordando però l'espressione della resistenza dell'aria desunta al Capo III, $R_1 = K S (V \pm v)^2 \operatorname{sen} \alpha$, troviamo facilmente la ragione perchè il colombo ed anche altri volatili sebbene non veleggino, nello stretto senso della parola, coi venti ordinari, possono però scivolare con maggior facilità e per più lunghi tratti quando ricevano il vento di fronte; e ciò perchè, mentre il fattore $(V \pm v)^2$ cresce nell'espressione della componente verticale della resistenza dell'aria, l'angolo d' incidenza α può essere assai piccolo e rendere meno sensibile l'aumento al quale va soggetta la forza ritardatrice al movimento, non ostante l'accresciuto fattore relativo alla velocità; fattore che entra pure nel valore della forza ritardatrice.

Risolvendo l'equazione generale

$$P = K S V^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha$$

rispetto a sen α, si ottengono 2 valori corrispondenti a due

angoli complementari; ma per avere valori reali, occorre che si verifichi la condizione

$$\frac{P}{KSV^2} = \frac{1}{2}.$$

In questo solo caso un uccello di peso P e di superficie S potrà essere sostenuto se possederà una velocità V, e per veleggiare occorrerà che il vento stesso raggiunga quella velocità.

In questa relazione ho in animo che stia la chiave principale del volo meccanico.

L'aquila, l'avvoltoio, il falco reale possono veleggiare rispondendo a questa condizione coi venti ordinari.

Prendiamo ad esame il falco reale, puiana od astore, il cui peso e la cui superficie sono rispettivamente circa 1,2 *kg* e 0,48 m^2; considerando il vento di 8 *m* di velocità, avremo, per la nota relazione:

$$1{,}2 = 0{,}116 \times 0{,}48 \times 64 \text{ sen } \alpha \cos \alpha, \text{ da cui}$$

$$\text{sen } \alpha = \sqrt{0{,}5 \pm \sqrt{0{,}25 - 0{,}1136}}$$

L'angolo α avrà perciò due valori: $\alpha_1 = 68°,50'$ ed $\alpha_2 = 21° 10'$, che sono appunto complementari; e poichè si comprende subito che pel primo valore dell'angolo α nascerà una forza ritardatrice al movimento considerevole, riterremo il secondo valore.

Il falco reale adunque con vento di 8 *m* di velocità potrà essere sostenuto in aria e veleggiare, inclinando le sue ali con angolo di 21° 10′ sulla direzione del vento.

In tal caso la forza ritardatrice al movimento avrà il valore di 0,465 *kg*.

Quell'uccello avrà maggiore vantaggio nel volo senza battute d'ala da un vento di velocità superiore a 8 *m* e quando sarà animato da una velocità iniziale, potendo allora essere sostenuto con un angolo inferiore a 21° e 10′ ed incontrare perciò minor resistenza al movimento (1).

---

(1) Questi calcoli però non si possono applicare che a brevi istanti, perchè il corpo va soggetto a sollevamenti o ad abbassamenti accelerati che cambiano le condizioni del volo.

Tutti gli uccelli non sono ugualmente provvisti di superficie di ali in rapporto alle loro dimensioni.

Dubochet mostrò pel primo che paragonando due uccelli della stessa forma, ma di corporatura differente, l'uccello più piccolo avrà, relativamente al suo peso, maggiore superficie di ali. Ciò segue in certa guisa le leggi geometriche, essendo il peso proporzionale al cubo delle dimensioni lineari e la superficie al quadrato.

Anche De Lucy nel 1868, dopo aver misurato e pesato un gran numero di uccelli e di insetti, affermò esistere una legge invariabile, secondo la quale più l'animale alato è piccolo e leggero, più è grande la superficie relativa di appoggio. Da ciò si può concludere che l'ala diversifica dai paracadute, la superficie dei quali deve crescere proporzionalmente ai pesi che essi sopportano.

Prechtl, nel suo libro già citato, ha tenuto conto di queste relazioni fra la superficie delle ali ed il peso del corpo presso le differenti specie, rappresentandolo con $\frac{\sqrt{S}}{\sqrt{P}}$, dove S corrisponde alla superficie delle ali e P al peso dell'uccello.

Pel piccione di 390 g di peso e di 0,075 m^2 di superficie di ali, questo rapporto sarebbe 0,37 circa.

Questo rapporto varia, entro certi limiti, per le diverse specie e da specie a specie, e costituisce la caratteristica del volo di ciascuna.

Müllenhoff adotta la relazione $\log \frac{S^{\frac{1}{2}}}{P^{\frac{1}{3}}} = \log \theta$; e trova che nella serie degli esseri volanti, $\log \theta$ varia fra 0,2 e 0,8. Fra queste variazioni estreme, egli stabilisce sei classi o serie crescenti, nelle quali trovano posto esseri provvisti di superficie di ali in proporzione crescente.

Le sei serie sono:

1ª serie: $\log \theta = 0{,}25$ a $0{,}5$; essa comprende animali a volo molto rapido, ma di corta durata (quaglia, pernice, gallinella);

2ª serie: $\log \theta = 0{,}6$; animali che hanno il volo di più lunga durata;

3ª serie: $\log \theta = 0{,}6$; come nella precedente, ma comprende animali che hanno il volo più rapido e più prolungato;

4ª serie: $\log \theta = 0{,}6$; come nella precedente ma volo ancora più rapido e più prolungato (rondini, beccaccini);

5ª serie: $\log \theta = 0{,}7$; comprende volatili che usano frequentemente il volo scivolante, (cornacchie, gabbiani);

6ª serie: $\log \theta = 0{,}8$; animali pei quali è possibile il volo a vela (aquila, avvoltoio).

XII.

La velocità di volo degli uccelli varia sensibilmente da una specie all'altra, ed in una stessa specie subisce anche variazioni, essendo essa in relazione alla direzione ed alla velocità delle correnti che gli esseri alati incontrano.

Il volatore, pel suo istinto, o pel suo senso inesplicabile, cerca la corrente che meglio si adatta alla sua andatura, alle sue forze, al cammino che lo deve condurre alla meta.

La velocità media del colombo viaggiatore è ritenuta da 70 a 80 *km* all'ora; e Van Roosenbecke, celebre colombofilo, ammette una velocità di 100 a 125 *km* all'ora.

Ma come viene essa determinata? Dividendo lo spazio che intercede in linea retta fra il punto di partenza e quello di arrivo pel tempo impiegato a percorrerlo.

Ora, per le ragioni svolte, il colombo raramente terrà quella linea: ma spesso sarà assai maggiore ed anche duplicato il cammino percorso.

Non dovrà quindi recare meraviglia se, aspettando alla colombaia il ritorno dei colombi partiti da nord, li vedremo giungere magari da sud.

Secondo quanto si legge nel periodico *Le génie civil*, nel 1884, quattro colombi appartenenti al conte Karoly andarono da Parigi a Buda-Pest in 7 ore. Siccome la distanza è di 1293 *km*, ne risulta che la velocità media dei colombi fu di 184 *km* all'ora, cioè di 51,31 *m* al 1″.

Come faccia il colombo a rintracciare la via che conduce alla sua colombaia è, e sarà sempre, inesplicabile.

Il prof. Pederzolli ed altri ammettono un sesto senso, che chiamano dell'orientazione, situato dietro all'orecchio, e del quale descrivono la conformazione.

Secondo il Viguier i canali semicircolari, di cui è formato quest'organo, sarebbero percorsi da correnti indotte di varia intensità, provocate dal magnetismo terrestre.

Entrerebbe in campo la teoria delle correnti elettriche atmosferiche emessa da La Perre de Roo per spiegare il fenomeno della orientazione; ma non è mio còmpito entrare in tale argomento.

Che un simile apparecchio esista non lo metto in dubbio, perchè nella mia ignoranza fisiologica ho anch'io trovato qualche cosa come un organo speciale dietro l'orecchio; ma come questo funzioni da senso dell'orientazione non so spiegarmi.

Sarebbe invece un apparecchio metereologico, qualche cosa come barometro, termometro, anemometro combinati insieme, che trasmetta al cervello le sensazioni delle correnti? Potrebbe essere comecchè dal cervello emana l'azione moderatrice, la quale regola i movimenti delle membra del corpo in relazione alla direzione ed alla intensità delle correnti.

Questo istinto, chiamiamolo così, che fa ritornare il colombo alla sua colombaia da qualunque punto venga lanciato, anche a distanze ragguardevoli, ha reso questo volatile preziosissimo fino dai tempi antichi e l'ha fatto collocare fra uno dei mezzi efficacissimi di corrispondenza in guerra.

Non starò qui a far la storia del colombo messaggero, che altri ha già raccontato (1), nè a dimostrare la sua utilità negli eserciti, perchè ho fiducia che oggi non vi sia alcuno che possa dubitarne.

Forse in altra occasione tornerò su questo argomento, ora seguo il mio assunto.

---

(1) La Perre de Roo, Malagoli ecc. ecc.

XIII.

Borelli ed altri affermarono che nessun uomo potrebbe volare. Veramente l'applicazione di ali ad un bipede implume non sembra possibile a realizzarsi, sia per la conformazione del corpo, sia per la posizione del centro di gravità, sia per la mancanza del senso delle correnti, del senso del volo.

Comunque sia, l'idea della navigazione aerea ha tenuto sempre viva l'attività degli uomini fino dai tempi antichi, e le leggende e la storia ci hanno tramandato numerosi esempi di tentativi più o meno riusciti.

Dedalo ed Icaro per fuggire la collera di Minos, re di Creta, fabbricano ali che permettono loro d'involarsi dall'isola ove son tenuti prigionieri. Ma il giovine Icaro, con atto temerario, si innalza troppo ed il sole fonde la cera, con cui aveva attaccato le sue ali, e trova la morte.

Forse questa è una favola che ha la sua morale, anzichè il racconto di un vero tentativo di aviazione.

Sotto Nerone, Simone il mago avrebbe conosciuto il modo di volare.

Cassiodoro racconta storie di uccelli artificiali; ma debbonsi ritenere come racconti immaginari o simbolici; come sono composizioni simboliche le figure antiche di uomini e macchine colle ali.

Nel 1060, Oliviero di Malmesbury, che ritiensi abbia veramente fatto un tentativo di aviazione con ali, vi incontrò la morte.

Nel 12° secolo un saraceno, secondo la leggenda, tentò di volare a Costantinopoli alla presenza di Emanuele Comneno; ma si fracassò le ossa.

Nel 14° secolo un certo Giovan Battista Dante da Perugia sarebbe riuscito a fabbricare ali artificiali, colle quali avrebbe attraversato il Trasimeno.

Nel 1678 un tal Besnier, in Francia, avrebbe costrutto un apparecchio volante.

Nel 1775 De La Folie di Rouen dà la descrizione di una macchina volante che si eleva col mezzo di una corrente d'aria.

Leonardo da Vinci ha lasciato disegni di macchine per volare, di paracadute, ed ha dato l'idea di un elicottero, per cui può ritenersi come l'inventore del propulsore ad elice.

Il campo dell'aviazione si divide ad un tratto fra coloro che la propugnano con macchine più pesanti dell'aria e quelli con apparecchi più leggeri.

Ci avviciniamo alla scoperta dell'areostato; ma l'idea di imitare il volo degli uccelli per percorrere l'aria è più antica di tale scoperta.

Il gesuita Francesco Lana nel 1670 scriveva: « Fabbricare una nave che cammini sostentata sopra l'aria a remi et a vele; quale si dimostra poter riuscire nella pratica. »

La sua idea si basa sopra una macchina più leggera dell'aria. A titolo di curiosità riporto nella figura 25ª il disegno schematico della sua aeronave.

Abbiamo poi le ali del marchese di Bacqueville nel 1742; la vettura volante del canonico Desforges nel 1772; l'aeronave di Blanchard nel 1782.

Con la scoperta del gaz idrogeno (1) e dei palloni ad aria calda di Mongolfier nel 1783, si accresce la falange dei sostenitori delle macchine più leggere dell'aria per viaggiare in seno ad essa. Ma poi si ritorna, in questi ultimi tempi, anche agli apparecchi più pesanti, con Mouillard, Kaufmann, Penaud, Tatin, Forlanini (2), Cordenons ed altri, a base di elicotteri, aeroplani; ma con successi poco felici.

---

(1) La scoperta del gas idrogeno gas infiammabile è dovuta all'irlandese Roberto Boyle e verso il 1760 questo gas fu studiato dall'inglese Cavendish.

(2) Nel 1878 l'ingegnere Forlanini, già ufficiale del genio, costruì un piccolo elicottero a vapore della conformazione indicata nella figura 26ª.

L'elice ascensionale era messa in movimento dall'azione dei due stantuffi ed un ingranaggio angolare aumentava la velocità di rotazione dell'albero dell'elice. Una seconda elice era fissata sull'apparecchio ed era destinata ad impedire la rotazione di questo su se stesso. Il motore poi era sostenuto e fissato sopra un'impalcatura orizzontale che formava una

Nè mancano i fautori della dirigibilità dei palloni; e vari modelli vengono presentati ed esperimentati da Blanchard nel 1789, dal generale Meusnier nel 1784, dallo Zambeccari nel 1804, dallo Smitter nel 1866, da Giffard nel 1856, da Dupuy de Lome nel 1872, da Tissandier nel 1883, e da molti altri; ma benchè da oltre un secolo si studi e si lavori attorno a questa idea (che ha avuto le sue vittime), non si è ancor giunti al risultato cercato.

L'areostato è in balìa dei venti e cammina con essi, generando nel suo moto una corrente di velocità pari a quella del vento, ma in senso contrario, tanto è vero che sulla navicella sembra regnare la calma.

Per essere dirigibile, dovrebbe non essere sospinto dal vento ed avere una velocità propria in senso orizzontale; ma per andare contro vento, avrebbe bisogno di forma adatta e di una superficie scivolante.

Quando le correnti atmosferiche saranno note, se non potremo dirigere il semplice pallone, potremo almeno prevedere quale sarà la sua rotta nei varî istanti ed alle varie altezze.

XIV.

Ho raccolto tutto quanto mi è stato possibile, e che ho creduto esatto ed utile sul volo, deducendone considerazioni analitiche sulle forze che vi operano.

Da esperienze e da tentativi che ho in animo di fare, se ne

---

superficie d'appoggio, a guisa delle ali, destinata a ricevere una grande resistenza dall'aria. Il vapore per mettere in azione il meccanismo era compresso in una sfera cava, sospesa un po' al disotto della superficie d'appoggio. Un manometro permetteva di conoscere ad ogni istante la pressione del vapore, che poteva sviluppare una forza di 8 a 10 *kgm* sopra gli stantuffi.

Con tale apparecchio l'inventore arrivò a sollevarsi fino a 13 *m* circa dal suolo; ma le prove furono limitate e l'inventore, pare, rinunziò ai suoi tentativi, che egli avrebbe potuto, forse, condurre a migliori risultati, grazie al suo potente ingegno.

avrò i mezzi ed il tempo, spero di ritrarre altri utili elementi, che oltre consentire un maggiore e miglior sviluppo della teoria del volo degli uccelli, porteranno nuovo incremento alla risoluzione dell'arduo problema dell'aviazione, che molte menti affatica.

Sarà possibile percorrere l'aria con mezzi più pesanti di essa?

Non oso pronunziarmi apertamente; ma ho ragione di sperarlo.

Abbiamo visto che se una lamina sottile ed inclinata si sposta orizzontalmente, il valore della resistenza normale è (1):

$$R = K\,S\,V^2 \operatorname{sen} \alpha. \qquad [1]$$

Se immaginiamo a questa lamina collegato un corpo, una navicella per esempio, tutto ciò avrà un peso P, che potrà essere sostenuto, allorchè la componente verticale della resistenza normale R vi farà equilibrio, ed allora si avrà:

$$P = R \cos \alpha = K\,S\,V^2 \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha. \qquad [3]$$

La componente orizzontale di R è la resistenza al movimento ed ha per valore, come abbiamo visto altrove:

$$Q = R \operatorname{sen} \alpha = K\,S\,V^2 \operatorname{sen}^2 \alpha\,. \qquad [5]$$

Se il sostenimento è ottenuto, il lavoro da farsi per vincere questa resistenza è:

$$L = Q\,V; \qquad [6]$$

sostituendo a Q e V i loro valori, ricavati dalle [5] ed [1], avremo:

$$L^2 = \frac{R^2 \operatorname{sen} \alpha}{K\,S}\,. \qquad [7]$$

(1) Alcuni hanno assunto per valore di tale resistenza un'espressione della forma

$$R = K\,S\,V^2 f(\alpha)$$

e per la funzione $f(\alpha)$ taluni ammisero la forma $\lambda \operatorname{sen}^2 \alpha$, altri $\lambda \operatorname{sen} \alpha$.

Per angoli d'inclinazione assai piccoli, R diviene, come dalla [3], sensibilmente uguale a P; ed a sen α si può sostituire l'arco α e quindi:

$$L^2 = \frac{P^3 \alpha}{K S}, \qquad [8]$$

la quale relazione ci mostra che il lavoro tende a 0 con α, ed è tanto più piccolo quanto più è grande S.

Occorre però considerare che il movimento orizzontale fa nascere un'altra resistenza, che dicesi frontale e che proviene dalla somma delle superficie dei varî ordigni dell'apparecchio che si presentano normalmente al movimento, la quale può rappresentarsi con

$$Q' = m A V^2. \qquad [9]$$

Questa resistenza si aggiungerà a quella data dall'espressione [5], la quale per la [3] può mettersi sotto la forma:

$$Q = \frac{P}{\cos \alpha} \text{ sen } \alpha, \qquad [10]$$

che per piccoli angoli diviene prossimamente

$$Q = P \alpha. \qquad [11]$$

In conclusione, si avrà da vincere una resistenza totale

$$\rho = P \alpha + m A V^2, \qquad [12]$$

ed il lavoro necessario per vincerla sarà:

$$\lambda = P \alpha V + m A V^3. \qquad [13]$$

Allorchè il sostenimento è realizzato, è prossimamente $P = R = K S V^2$ sen α, da cui, sempre per piccoli angoli, si deduce:

$$\alpha = \frac{P}{K S V^2}$$

ed in conseguenza l'espressione [13] diviene:

$$\lambda = \frac{P^3}{K S V} + m A V^3. \qquad [14]$$

I due termini di questa espressione rappresentano ciascuno le due resistenze sviluppate dal sostenimento e dal movimento di traslazione.

Il primo decresce fino a 0, quando la velocità cresce fino ad ∞, mentre che il secondo cresce indefinitamente. Il lavoro è pertanto infinito pei due valori estremi di $V = 0$ e $V = \infty$.

Dunque l'espressione è suscettibile di un minimo, e ciò posto la risoluzione pratica del problema per la costruzione di aeroplani non sembra impossibile.

Le resistenze passive, le quali sole sono la causa del lavoro da spendersi (lavoro rappresentato dal termine $m A V^3$, [14]) per quanto siano ridotte al minimo, non lo saranno oltre un certo limite per avere un apparecchio pratico, destinato al trasporto anche di una sola persona; e si intravede che tutta la questione sarà ridotta a trovare un motore di peso assai piccolo ed inferiore a quello dei motori conosciuti fino ad oggi per non sovraccaricare l'apparecchio.

Per risolvere completamente il problema della navigazione aerea, occorrono anche approfonditi studî sulla resistenza dell'aria, e sulle correnti atmosferiche, a fine di potersene servire per il sostenimento e per risparmio di lavoro.

In quanto al motore, il metallo dell'avvenire — l'alluminio — e le macchine ad esplosione potranno risolvere il problema. La sorgente di potenzialità per l'energia necessaria all'azione del motore sarà vantaggioso trarla dall'atmosfera.

Sappiamo che, fra le combinazioni studiate dalla chimica, l'ossidazione dell'idrogeno è quella che sviluppa la più grande quantità di calore e quindi di lavoro. Infatti l'ossidazione di un gramma d'idrògeno sviluppa 34,450 calorie, ciò che equivale ad una energia latente di 14606 *kgm*.

La riserva d' idrogeno allo stato compresso, anche in considerevole quantità, non aumenterà di molto il peso dell'apparecchio. L'ossigeno poi potrà essere estratto direttamente dall'aria e la scintilla elettrica per produrre l'infiammazione, potrà ottenersi con un indotto di piccolo peso.

Una macchina di tal genere ritengo non peserebbe che pochi *kg* per HP (1).

Non è senza rammarico che sarò costretto, forse, ad abbandonare questi studî, urtando essi contro uno scoglio assai grave per me: la mancanza di mezzi; ben sapendo che la teoria giova a poco e che solo tentare, provare e riprovare potrebbe condurre a qualche cosa di concreto.

Altri potrà tentare e riuscire, ma è da temersi che l'apatia, che regna sovrana da noi, e la mancanza di validi concorsi a chi studia, abbiano a serbare al nostro paese ben piccola parte della gloria di dar vita al mezzo di percorrere l'atmosfera, senza essere da essa capricciosamente trascinati.

Io sento però che la profezia di Roggero Bacone sta per avverarsi. Il poeta latino, del quale Solmona mena vanto, ammoniva:

. . . . . terras licet, inquit et undas
Obstruat, at coerte coelum patet: ibimus illac.
OVIDIO, *Metamorfosi*. libro VIII.

TOMMASO CROCIANI
capitano del genio.

(1) Non si dovranno trascurare l'opportuno collocamento del motore in relazione al centro di percossa dell' aeroplano, ed il conveniente collegamento della navicella con le altre parti dell'apparecchio.

RIA

Fig. 2.

a

a′

d

Fig. 18

b

b′

ARIA

Miscellanea e Notizie

MISCELLANEA

IL TIRO DI NOTTE DELL'ARTIGLIERIA DA CAMPAGNA.

È opinione di molti scrittori militari che, mentre le grandi battaglie decisive saranno anche in avvenire combattute, in generale, come prima, alla luce del giorno, nelle guerre future si procurerà, più che per il passato, di trarre profitto dell'oscurità della notte per compiere molte operazioni, specialmente affine di sottrarsi, per quanto è possibile, all'azione del tiro di fucileria, la cui efficacia, dopo l'adozione delle nuove armi, è molto aumentata. Secondo essi, per conseguenza, più frequenti saranno i combattimenti parziali notturni.

Ne viene quindi la necessità di addestrare, fin dal tempo di pace, le truppe a combattere anche in tali condizioni.

Per ciò che riguarda l'artiglieria da campagna, poco si è fatto nei varî eserciti in questo senso, e scarse sono pure le prescrizioni relative al tiro di notte contenute nelle diverse istruzioni. Solo in Russia, in questi ultimi tempi, si dedicarono cure speciali a tale genere di tiro, e si emanarono per la sua esecuzione norme particolareggiate, che troviamo riprodotte in un articolo recentemente pubblicato dal capitano austriaco Cvrček nelle *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Genie-Wesens*. Ne diamo qui appresso un riassunto, riportando altresì dallo stesso scritto, a titolo di confronto, le disposizioni concernenti detto tiro, in vigore negli altri principali eserciti.

***

L'istruzione sul tiro per l'artiglieria da campagna tedesca si esprime come segue nel capitolo intitolato *tiro di notte* (1):

« Contro bersagli animati s'impiegheranno di preferenza shrapnels a tempo; contro località granate dirompenti a percussione.

« Si fa una forcella a percussione, e poi si batte la zona corrispondente di terreno con salve a tempo, oppure con salve a percussione, aumentando e diminuendo successivamente la distanza.

(1) V. *Rivista*, anno 1893, vol. III, pag. 116.

« Se non si riesce a determinare la forcella, si batte in modo analogo una conveniente zona di terreno, cominciando il tiro alla distanza alla quale si è ottenuto il colpo corto più lontano dalla batteria. »

Il *Manuel de tir* dell'artiglieria da campo francese è riservato; si sa però che vi è prescritto un ordine di fuoco, il *tir progressif* (1), che può essere impiegato di notte.

La nostra istruzione sul tiro prescrive, come è noto, di eseguire in generale il tiro di notte solo contro bersagli molto ampi, collocati a distanza approssimativamente cognita ed in direzione precedentemente nota. Vi si distinguono due casi: quello in cui il bersaglio è illuminato e quello in cui il bersaglio non è illuminato.

Nel primo caso, si può eseguire il tiro puntando direttamente; si determina una forcella più ampia dell'ordinaria, e si batte poi la zona di terreno in essa compresa con tiro a tempo, facendo fuoco per scariche di batteria.

Per eseguire il tiro di notte contro bersagli non illuminati, bisogna determinarne, di giorno, il più esattamente possibile, la distanza e la direzione, e collocare i falsi scopi (lanterne) pel puntamento dei singoli pezzi.

Le regole di tiro dell'artiglieria austriaca contengono le disposizioni seguenti:

« Può accadere di dover eseguire il tiro di notte contro accampamenti, accantonamenti, località, come pure contro bersagli che fanno fuoco.

« Se è possibile determinare di giorno la posizione e la distanza del bersaglio, si dovranno fare i preparativi per il tiro di notte senza destare l'attenzione del nemico; i pezzi saranno portati a posto solo all'imbrunire.

(1) Nel *tir progressif* si batte una zona più o meno profonda di terreno, variando parallelamente e progressivamente l'alzo e la graduazione della spoletta. Questo tiro progressivo si fa per serie (salve) successive, che comprendono tanti colpi, quanti sono i pezzi della batteria.

Si comincia il tiro sparando una salva a tempo alla distanza corrispondente al limite inferiore della forcella, oppure, se non si è potuto determinare alcuna forcella, alla distanza alla quale si è ottenuto il colpo corto più lontano dalla batteria; nelle salve successive si aumenta la distanza di 100 a 200 *m*, fino a tanto che si possa ritenere che i proietti scoppino ancora davanti al bersaglio. Poi si diminuisce successivamente la distanza fino a quella a cui si è cominciato il tiro, e così di seguito.

Se si è determinata la forcella, si dovrà evitare di eseguire il tiro alla distanza corrispondente al limite superiore della forcella stessa (*en principe, on fait autant de bonds que l'encadrement renferme des fourchettes moins une, afin d'éviter de tirer sur la limite longue*).

La profondità della zona da battersi può essere limitata in relazione al risultato dell'osservazione. (V. *Rivista*, anno 1895, vol. IV, pag. 88).

« In caso diverso, si determinerà la distanza per mezzo della carta e si darà la direzione puntando alla vampa prodotta da spari, od ai punti luminosi che si osservano nel bersaglio.

« Si batterà con tiro lento una zona di terreno di ampiezza corrispondente alle dimensioni del bersaglio. »

Anche qui, come nell'istruzione italiana, si distinguono due casi, secondo che è possibile o no fare di giorno i preparativi del tiro, e non si fa cenno di alcun mezzo d'illuminazione artificiale per rischiarare il bersaglio.

Le istruzioni russe sul combattimento e sul tiro dell'artiglieria da campagna, come si è detto, si occupano più estesamente del tiro di notte, e dànno inoltre le norme per l'esecuzione di esercitazioni notturne.

Le prescrizioni in esse contenute sono, in riassunto, le seguenti.

L'artiglieria da campagna può continuare a far fuoco anche di notte contro bersagli immobili, contro i quali ha eseguito il tiro di giorno.

Se si ha il mezzo d'illuminare i punti di mira dei pezzi, si potrà eseguire il tiro di notte puntando a fuochi di accampamenti, a finestre illuminate o ad altri punti luminosi od illuminati.

Recentemente l'artiglieria da campagna ha cominciato ad eseguire esercizi di tiro di notte contro bersagli rischiarati da razzi illuminanti. Essendo impossibile nella guerra campale far avanzare a grandi distanze dalla fronte (come avviene nella guerra di fortezza) gli uomini incaricati di lanciare i razzi, la illuminazione, per mezzo di questi artifizi, non può farsi che a piccole distanze (non oltre 1 *km*).

Per ricavare dagli esercizi di tiro di notte il voluto profitto e per evitare che accadano infortuni, è indispensabile mantenere l'ordine più perfetto. Si è verificato che la causa principale delle disgrazie avvenute finora durante i tiri di notte fu la mancanza di ordine.

Il progetto di qualunque esercitazione di tiro di notte deve essere accuratamente studiato, e deve essere convenientemente conosciuto da tutti coloro che vi prendono parte; di ciò dovrà assicurarsi il direttore dell'esercitazione.

Se intervengono contemporaneamente all'esercitazione parecchie batterie, esse dovranno essere poste sempre agli ordini di un solo comandante.

L'ordine che stabilisce la successione nel far fuoco deve essere dato per iscritto. Così pure le varianti, che si dovessero apportare a quest'ordine, prima della partenza delle batterie per il luogo dell'esercitazione, dovranno essere comunicate in iscritto; è assolutamente vietato di comunicare questi ordini a voce.

Anche sul terreno il comandante dovrà, per quanto è possibile, trasmettere i suoi ordini per iscritto. Se non si potrà far a meno di man-

dare un ordine verbale per mezzo di staffetta, si dovrà osservare con speciale cura la prescrizione generale di far ripetere chiaramente l'ordine al sottufficiale incaricato di portarlo.

Non è permesso alle persone, che non prendono parte all'esercitazione, di stare presso le batterie. I militari che desiderano assistervi vengono riuniti su di un'ala e devono rimanere silenziosi; gli spettatori borghesi saranno tenuti a conveniente distanza dalle batterie.

La necessità di studiare accuratamente in precedenza tutti i particolari dell'esercitazione non esclude affatto che si possano rappresentare situazioni imprevedute. Così, p. es., anche quando si siano prese tutte le precauzioni per evitare disgrazie, è possibile far apparire improvvisamente bersagli, che possano essere scoperti solo impiegando razzi illuminanti.

Qualunque esercitazione di tiro deve essere condotta in modo da riuscire, per quanto è possibile, istruttiva, pur facendo la massima economia di munizioni.

Nei tiri di notte, quando si fa uso di razzi illuminanti, si deve tener conto del costo elevato di questi artifizi, e l'esercitazione deve essere organizzata in maniera che non sia lanciato inutilmente neppure un razzo, ma che tutti siano convenientemente utilizzati per l'istruzione del personale

Se il personale non è punto esercitato nel fare le osservazioni servendosi di questo mezzo d'illuminazione, si dovranno scegliere, per le prime volte, temi semplicissimi e bersagli non troppo difficilmente reperibili.

In tal caso l'esercitazione sarà limitata alla ricerca del bersaglio ed all'osservazione di alcuni colpi, e servirà di preparazione per lo svolgimento di temi più complicati.

Seguono altre prescrizioni minuziose per l'impiego dei razzi nei vari casi; in esse si insiste nella raccomandazione di evitare, nelle esercitazioni di cui si tratta, lo spreco di questi costosi fuochi da guerra.

Nel tiro contro bersagli illuminati è da avvertirsi che gli obbiettivi, che rappresentano villaggi, accampamenti, ecc., devono presentare parecchi punti luminosi (lumi o fuochi), come avviene ordinariamente nel caso vero.

I bersagli non illuminati, contro i quali si fa fuoco di notte, dopo aver contro di essi aggiustato il tiro di giorno, possono rappresentare solo obbiettivi immobili e giammai truppe, perchè altrimenti l'esercitazione sarebbe tatticamente assurda.

In questi tiri i falsi scopi (lanterne), che segnano la direzione determinata di giorno, si dispongono sempre davanti alla fronte, perchè se si disponessero dietro ai pezzi si renderebbero visibili al nemico. Se i falsi

scopi sono vicini ai pezzi, le lanterne vengono appese alle rispettive aste prima di puntare e vengono tolte dopo compiuto il puntamento. Il fuoco si fa da un'ala, solo al comando del comandante di batteria, così che i serventi incaricati di recarsi ai falsi scopi non corrono alcun pericolo.

Per maggior sicurezza di questi serventi, nel caso che al tiro prendano parte nella stessa posizione diverse batterie, poste l'una accanto all'altra, è prescritto che la distanza dei falsi scopi dai rispettivi pezzi non sia minore dell'intervallo fra due batterie vicine.

Senza il sussidio dell'illuminazione artificiale il tiro di notte solo per un caso fortuito potrebbe riuscire efficace contro truppe. Per conseguenza, in tempo di pace, non si dovranno eseguire esercizi di questo genere, non solo per la loro nessuna utilità, ma anche per il pericolo al quale sarebbero esposte le vedette.

Negli esercizi di tiro contro bersagli che rappresentano truppe avanzantisi, è indispensabile che i medesimi siano molto illuminati. I pezzi devono puntarsi direttamente ed il comandante di batteria deve poter osservare la posizione dei punti di scoppio. Ogni puntatore punta al bersaglio che scorge.

Quando più batterie prendono parte al tiro, i bersagli devono essere disposti in modo che, una qualunque delle batterie facendo fuoco contro uno qualunque dei bersagli, non vi sia alcun pericolo per le vedette.

Avendo questa precauzione, non occorre assegnare alle varie batterie il bersaglio da battere, nè dare alcuna indicazione circa le particolarità del tiro da eseguirsi, come, p. es., circa l'elevazione e la graduazione delle spolette.

Ciascun comandante di batteria deve eseguire il tiro contro il bersaglio che primo gli si presenta, fino a tanto che sia sufficientemente illuminato e fino a che egli abbia esaurito le sue munizioni.

Per rappresentare truppe che si avanzano all'attacco, possono servire solo bersagli mobili e bersagli a scomparsa o girevoli.

Circa i bersagli mobili, la difficoltà d'impiegarli di notte è più immaginaria che reale; l'impianto di questa specie di bersagli fu studiato e sperimentato, con risultati favorevoli, alla scuola centrale di tiro.

Dall'ultima relazione di detta scuola si rileva che, nel rappresentare l'attacco contro una batteria, i bersagli mobili poterono essere portati fin presso ai pezzi.

Nel tiro di notte basterà che il bersaglio si muova, per una lunghezza di 600 *m*, entro la zona illuminata dai razzi.

I bersagli a scomparsa presentano il vantaggio di potersi preparare in qualunque poligono coi mezzi disponibili. Essi servono abbastanza bene per rappresentare nelle esercitazioni di notte il nemico che si avanza all'attacco. Così p. es., se si dispongono otto file di questi bersagli alla distanza di 80 *m* l'una dall'altra, e, a cominciare dal primo colpo sparato contro l'ultima fila, di minuto in minuto si fa scomparire la fila contro la quale

teriale disponibile nei diversi punti della rete ferroviaria, della mano di opera reperibile per caricare i materiali, dei carri ferroviari per trasporto, ecc Durante il viaggio furono altresì dati ordini per le prime spedizioni di materiali.

Arrivato a Mourmelon verso mezzogiorno, col distaccamento di avanguardia, il colonnello ricevette il rapporto degli ufficiali che avevano fatto la ricognizione e, dopo aver percorso con essi una parte del tracciato, si potè stabilire essere possibile la costruzione della linea, salvo il caso di intemperie. Nello stesso tempo si stabilirono cogli ingegneri della compagnia ferroviaria le disposizioni per la spedizione giornaliera del materiale.

Il reggimento arrivò alle 8 $^1/_2$ di sera a Mourmelon, ove venne accantonato in condizioni poco buone. Le 10 compagnie, di cui si componeva (1), furono divise in 2 gruppi uguali. Ogni gruppo doveva lavorare: per un giorno dalle ore 6 alle 10 $^1/_2$ a. e dalle 5 $^1/_2$ alle 11 di sera; pel giorno successivo dalle 10 $^1/_2$ a. alle 5 $^1/_2$ p.; i gruppi si alternavano fra loro.

Domenica 4 ottobre. — Nonostante le fatiche di una notte impiegata nella mobilitazione del reggimento, e di un giorno passato in viaggio, il lavoro cominciò alle 6 del mattino col disfacimento dei binari che dovevansi togliere all'origine della linea, nella stazione di Mourmelon e con varî lavori in terra lungo la linea stessa

Gli utensili ed il materiale condotti da Versailles furono scaricati e messi in ordine e nello stesso tempo si prepararono serie di vagoni carichi di traverse, guide, ecc.

Due locomotive erano messe a disposizione del reggimento: una per rimorchiare le vetture destinate all'armamento, l'altra per le manovre di stazione.

Siccome poi era da temersi il cattivo tempo, il colonnello decise di richiedere, nello stesso mattino, il sussidio di 5 compagnie territoriali di zappatori-ferrovieri, aventi la forza di 250 uomini circa, che compivano un corso d'istruzione a Versailles.

Le prime guide dell'armamento furono posate alle 12 $^1/_2$ meridiane; alle 5 $^1/_2$ p. erano costruiti circa 300 *m* di binario ed il ministro della guerra era informato che nella giornata ne sarebbero stati eseguiti altri 400 *m*. Questo risultato fu raggiunto a malgrado della pioggia incominciata verso le 9 e del vento che violentissimo si opponeva all' impiego conveniente degli apparecchi Wells.

Lunedì 5 ottobre. — A cominciare da tale giorno, per meglio sostenere le forze dei lavoratori, venne aumentata la razione del soldato, e furono fatte distribuzioni straordinarie di vino.

---

(1) Una compagnia era rimasta a Versailles pel carico del materiale; un'altra trovavasi a Cherbourg per illuminare cogli apparecchi Wells una trincea, durante il passaggio del treno imperiale.

Il piano stradale inzuppato rendeva molto faticosa la circolazione, sicchè si dovette pensare allo scolo delle acque, aprendo subito fossatelli e pozzi d'assorbimento. Tuttavia alle 12h 40′ la testa del binario era già alla progressiva 1400 *m*, e alle 5 ½ il colonnello telegrafava che essa giungeva a 1900 *m* dall'origine, e che alle 11 di sera sarebbe stata probabilmente a 2300 *m*.

Alle 5 ½ p., allorchè le 5 compagnie del 1° gruppo cessarono dal lavoro, esse lasciarono l'accantonamento di Mourmelon-le-Petit per recarsi ad occupare alcuni baraccamenti del campo.

Giunte alle 6 ½ le compagnie territoriali, sostituirono a Mourmelon le 5 compagnie permanenti, e furono subito occupate a scaricare serbatoi di ferro per le macchine della stazione estrema, ed a sgombrare la stazione di Mourmelon, al fine di permettere lo sbarco dei numerosi treni di truppa che dovevano arrivare nei giorni successivi.

Nella sera e durante la notte arrivarono circa 100 operai, forniti dalla compagnia dell'Est, i quali furono specialmente impiegati nella costruzione dell'inghiaiata e nella sistemazione definitiva della linea.

Martedì 6 ottobre. Le compagnie territoriali, andarono ad accantonarsi in un maneggio del campo, e non cominciarono a lavorare che a mezzodì. Così pure le 5 compagnie permanenti del 2° gruppo si recarono ad occupare alcuni baraccamenti A malgrado di questi movimenti, il lavoro non andò soggetto ad alcuna interruzione.

Alle 10 ½ il binario raggiungeva la lunghezza di 2800 *m*, l'inghiaiata era eseguita pei primi 600 *m*.

Benchè l arrivo dei treni militari avesse disturbato molto le manovre ed il passaggio dei treni carichi di materiale e di ghiaia, alle 11 di sera il binario raggiungeva la stazione estrema e l' inghiaiata si estendeva per più di 1 *km*.

Nello stesso giorno, di conserva collo stato maggiore dell' esercito, si diedero le disposizioni riguardanti la stazione estrema e i passaggi a livello necessari per il corteo e le colonne, che dovevano recarsi alla rivista e ritornarne.

Mercoledì 7 ottobre. — Alle 9h 15′ del mattino il binario era costruito per 4370 *m* e l'inghiaiata si estendeva per 2 *km*; le ultime guide erano a posto alle 4 della sera.

Durante la giornata si cominciò la costruzione dei marciapiedi di sbarco. Il loro rivestimento verso il binario si componeva di due file di traverse sovrapposte e mantenute a posto con paletti. Invece dalla parte esterna il terrapieno era molto inclinato; la terra necessaria si prendeva al piede stesso del rilevato e il fondo dello scavo veniva regolato in proseguimento della superficie del rialzo. La superficie dei marciapiedi fu rivestita con zolle erbose ed il terrapieno ricoperto per la maggior parte con ghiaia.

Ognuno dei binari della stazione estrema era fiancheggiato da un marciapiede di 450 *m*, e un altro marciapiede di oltre 200 *m* era posto prima

della diramazione. Queste disposizioni hanno permesso di sbarcare rapidamente e d'imbarcare simultaneamente i viaggiatori condotti dai 5 treni che percorsero la linea nella giornata del 9 ottobre.

Inoltre furono costruite con traverse i respintori alle estremità dei due binari e si collocarono nella stazione estrema i serbatoi per acqua, disponendoli sopra cataste di traverse.

Giovedì 8 ottobre. — Si proseguirono i lavori ora detti, terminando la formazione dell'inghiaiata e l'assestamento del binario, e mettendo in opera i pali indicatori delle distanze e delle pendenze. Infine si impiantò una linea telefonica lunga 6 *km* e con tre posti di corrispondenza.

Durante la sera e la notte si decorarono le stazioni estreme e la fermata del Quartiere nazionale, e si diedero le disposizioni per garantire l'esercizio ed il servizio di sicurezza della linea.

Un capitano venne incaricato di dirigere tutto l'esercizio; due altri di fungere da capo-stazione nelle stazioni di partenza e d'arrivo: un tenente fu aggiunto a ciascuno di essi, ed un altro tenente diresse la fermata del Quartiere nazionale.

La custodia della via e dei passaggi a livello venne affidata ad 11 compagnie (7 permanenti e 4 territoriali); un'altra compagnia venne incaricata del servizio telefonico e degli apparecchi Wells.

Riassunto dei lavori eseguiti. — Da quanto si è detto risulta che in cinque giorni vennero eseguiti i lavori seguenti:

1° posa di 5700 *m* di binario e di 2 diramazioni complete;

2° sistemazione con tavoloni di 4 passaggi a livello (tre lunghi 18 ed uno 8 *m*);

3° costruzione dell'inghiaiata sopra tutto lo sviluppo della linea: all'origine, in una curva di 150 *m* di raggio, il lavoro venne eseguito completamente; sul rimanente del percorso, invece, fu fatto sommariamente, impiegandovi complessivamente circa 1000 m^3 di ghiaia presa nei dintorni di Troyes;

4° costruzione di più di 1100 *m* di marciapiedi rivestiti;

5° installazione e riempimento di serbatoi d'acqua per l'alimentazione delle macchine nella stazione estrema;

6° collocamento di respintori in questa stazione;

7° impianto di una linea telefonica lunga 6 *km*, con 3 stazioni;

8° decorazione delle due stazioni e di una fermata.

Pare che la linea in discorso sarà conservata e ceduta allo Stato per la somma di 125 000 lire; la quale sarà certamente compensata dai risparmi che si faranno in avvenire sulle forti spese annue, prima assegnate per i trasporti coi carri.

p.

MATERIALE CANET DA CAMPAGNA A TIRO RAPIDO.

Il signor Canet, direttore delle costruzioni d'artiglieria presso la *Société des forges et chantiers de la Méditerranée*, ha costruito un materiale di artiglieria da campagna a tiro rapido, che designa col nome di materiale M. 1896 e che rappresenta il risultato di studi e di esperienze comparative condotte senza interruzione dal 1889 fino ad oggi.

Relativamente a questo materiale, riportiamo dalla *Revue d'artillerie* alcuni cenni, atti a mostrare il modo con cui il Canet ha risolto i diversi problemi inerenti alla costruzione di un materiale da campagna a tiro rapido.

Cannone.

Per rispondere ai diversi criteri ed alle esigenze di chi potesse commettere la costruzione di questo materiale, il Canet propone 6 diverse bocche da fuoco cioè:

2	cannoni	da 75	*mm*,	lunghi	rispettivamente	32 e 24	calibri;
2	»	da 70	»	»	»	32 e 24	»
2	»	da 65	»	»	»	35 e 30	»

tutte queste bocche da fuoco sono di acciaio cerchiate.

Per la chiusura sono proposti tre diversi sistemi: uno è quello che il Canet chiama a scanalature concentriche e che già è stato descritto in questa *Rivista* (1): gli altri due sono a vite interrotta, e si trovano rappresentati rispettivamente nelle figure dalla 1ª alla 5ª e dalla 7ª alla 13ª, dalle quali si può anche comprendere, almeno in parte, le particolarità della loro funzione.

Di questi due, il primo è a vite cilindrica, si apre con due movimenti della leva di maneggio; il meccanismo di accensione a percussione si arma automaticamente nel movimento di rotazione dell'otturatore.

Il secondo (fig. 7ª a 13ª) è a vite conica e si apre con un solo movimento della leva, durante il quale si arma anche il meccanismo di percussione: quest'ultimo presenta la particolarità che può essere armato ripetutamente senza aprire l'otturatore, ciò che è vantaggioso nel caso di scatti a vuoto: quando sia guasto, esso può essere rapidamente sostituito con un altro di ricambio.

Questi due sistemi di chiusura sono provvisti d'un estrattore che espelle automaticamente i bossoli vuoti nell'atto di aprire l'otturatore.

---

(1) V. *Rivista* 1896, vol. III, pag. 299.

Affusto.

L'affusto di questo materiale, che il costruttore ha denominato « *à flèche élastique* », costituisce l'applicazione più generale, e al tempo stesso più semplice e pratica, di quel principio che consiste nello scomporre l'affusto in due parti, una delle quali rimane o tende a rimanere fissa dopo lo sparo, mentre l'altra è libera di rinculare con la bocca da fuoco Rinculando però produce un lavoro che, immagazzinato da un sistema elastico, è di nuovo utilizzato per ricondurre il pezzo in batteria. È il principio seguìto anche recentemente nell'affusto Engelhardt e in quello Krupp già descritti in questa *Rivista* (1). Come in questi affusti il sistema elastico è costituito da un gruppo di molle, nell'affusto Canet è rappresentato da un freno idropneumatico.

L'affusto in parola (figure 14ª a 20ª) può considerarsi diviso in due elementi principali, uno dei quali, fisso durante il tiro, è costituito dalla coda; l'altro, mobile, si compone del corpo d'affusto, dell'affusto propriamente detto, della sala e delle ruote.

La coda è formata da un tubo di acciaio fucinato entro il quale è disposta una parte del freno idropneumatico, quella che contiene il liquido e che ha il suo complemento nel tubo del corpo d'affusto. L'estremità anteriore della coda è chiusa da un tappo a vite attraverso il quale passa l'asta dello stantuffo fissato al corpo d'affusto. All'estremità posteriore è avvitato un anello che porta il vomere da incastrarsi nel suolo, le maniglie di maneggio, gli anelli per la manovella di mira, l'occhione per unire l'affusto all'avantreno.

L'estremità anteriore del cilindro di coda è introdotta nel cilindro del corpo d'affusto, entro il quale può scorrere come le due parti del tubo di un telescopio. La manovella di mira nella sua posizione di via si rovescia lungo la coda, e, contrastando con l'estremità posteriore del cilindro del corpo d'affusto, mantiene il sistema rigido e inalterabile durante il traino.

Il corpo d'affusto è formato essenzialmente da un tubo aperto all'estremità posteriore, entro la quale penetra il cilindro della coda: esso porta lo stantuffo, il cui embolo è forato per il passaggio del liquido contenuto nel cilindro di coda; la parte anteriore della sua cavità, ripiena di aria compressa, costituisce il ricuperatore del freno idropneumatico.

Due sostegni ad arco di corona circolare, ricavati di fusione col tubo, formano due gradini di appoggio per l'affusto propriamente detto. Un poco più indietro del gradino posteriore, e unito di riporto al tubo stesso, si trova un settore dentato per il puntamento in direzione.

---

(1) V. *Rivista*, anno 1895, vol. III, pag. 288, e anno 1896, vol. IV, pag. 135.

L'affusto propriamente detto si compone di 2 fianchi solidamente collegati fra loro e uniti nella loro parte inferiore da due archi di circolo corrispondenti a quelli del corpo d'affusto. Alcune guide convenientemente disposte, mentre impediscono all'affusto di distaccarsi dai gradini di sostegno, gli permettono di prendere un movimento di rotazione orizzontale per il puntamento in direzione.

Il meccanismo per il puntamento in direzione comprende, oltre il settore dentato, che è fisso al corpo d'affusto, una vite senza fine unita all'affusto, che ingrana in quel settore e fa parte di un albero orizzontale che porta ad una delle sue estremità un volantino. Questo congegno permette di spostare il pezzo di 4° a destra e di altrettanto a sinistra.

Pel puntamento in elevazione, un secondo volantino, per mezzo di uno speciale congegno, fa alzare e abbassare una vite, sulla testa della quale appoggia uno zoccolo fissato lateralmente al cannone.

La sala è di ferro fucinato, centinata nel centro per adattarsi alla parte cilindrica del corpo d'affusto; alle sue estremità è piegata a gomito, acciò rialzando i fusi sia possibile l'impiego di ruote di maggior diametro.

Le ruote possono essere interamente metalliche o fatte parte di legno e parte di ferro.

L'affusto è provvisto di un freno d'attrito a suola, da adoperarsi quando occorre nel traino e solo eccezionalmente durante il tiro. Esso è maneggiato per mezzo di un manubrio disposto alla parte anteriore del corpo d'affusto.

Durante il tiro, al primo sparo, il vomere s'incastra nel suolo: poi, secondo la durezza del terreno, per qualcuno dei colpi successivi si produce ancora un leggero rinculo, che però non supera mai i 3 *cm*; in seguito, la terra dietro il vomere si comprime e la coda rimane immobilizzata, mentre il rimanente del pezzo scorre indietro, facendo entrare in azione il freno idropneumatico. Questo, dopo avere assorbita la forza viva di rinculo, la restituisce, riportando il pezzo nella posizione che aveva prima dello sparo. È notevole la regolarità e la mancanza di scosse con le quali si producono e si succedono queste diverse fasi del movimento del pezzo: notevole sopratutto è che nello sparo il sollevamento delle ruote non giunge mai a 2 *cm*. Una delle condizioni necessarie, perchè la parte anteriore dell'affusto si alzi per effetto della coppia che si produce all'atto dello sparo, è che essa possa prendere appoggio sopra un punto fisso; condizione questa che manca nell'affusto Canet, nel quale invece il punto d'appoggio cede sotto la pressione della parte mobile. Essendo inoltre la massa che rincula considerevole, poichè è costituita dal cannone e dall'affusto quasi per intero, la forza viva di rinculo, che è inversamente proporzionale a quella massa, è relativamente piccola. Ne

consegue che la resistenza opposta dal freno al movimento del pezzo può essere abbastanza debole, perchè il solo peso dell'affusto e del cannone basti a mantenere le ruote a contatto del suolo.

Da queste condizioni, oltre un vantaggio per il materiale, che è sottoposto ad un tormento relativamente piccolo, risulta altresì che dopo ogni colpo il puntamento del pezzo si trova di poco alterato, ciò che permette di ottenere una grande rapidità di tiro: 10 colpi al 1', secondo il costruttore.

La figura 21ª (tav. II) mostra i risultati di alcune serie di colpi eseguite senza rettificare il puntamento: è però probabile che questi risultati si riferiscano a quel periodo del fuoco, in cui il vomere si è incastrato e fissato nel suolo e il rinculo si trova soppresso.

Il modo di comportarsi dell'affusto non cambia quando il cannone fa col suo asse un angolo di 4° a destra o a sinistra per le esigenze del puntamento.

Quando il tiro è terminato o si deve cambiar bersaglio, il vomere che si trova libero sulla sua faccia anteriore è tolto dal terreno senza nessuna difficoltà.

È anche opportuno osservare che, nel caso in cui il vomere o il freno idropneumatico si trovino fuori d'uso, l'affusto può essere impiegato come un affusto ordinario; basta per questo fissare nella loro posizione normale, per mezzo di chiavette, le due parti dell'affusto destinate a scorrere una dentro l'altra. In questo caso, sarebbe opportuno serrare il freno ad attrito delle ruote.

L'affusto ha ben resistito anche alle prove di traino, alle quali è stato sottoposto a tutte le andature.

Munizioni.

I proietti ed i relativi bossoli metallici d'ottone o di alluminio sono tenuti separati nei cofani; l'orlo dei bossoli è però foggiato in modo che essi possano facilmente e rapidamente essere riuniti ai proietti. Questa operazione è compiuta dai serventi incaricati della distribuzione delle munizioni durante il tiro, talchè ai pezzi giungono i cartocci-proietto riuniti e completi. Siffatta disposizione presenta vantaggi per la conservazione, per il trasporto, e per il maneggio delle munizioni, mentre il tiro si eseguisce nelle condizioni stesse come se i cartocci-proietto fossero permanentemente uniti.

Il munizionamento dei cannoni Canet comprende uno shrapnel, come proietto unico o almeno principale, e come proietto eccezionale, da adoperarsi contro ostacoli molto resistenti, una granata con grande cavità, carica di potente esplosivo: specie di granata-torpedine.

Lo shrapnel con bossolo di acciaio a carica posteriore è riempito di dischetti di ghisa, nelle cui cavità sono disposte pallette di piombo indurito. L'ogiva di ghisa porta una spoletta a doppio effetto, di bronzo o di alluminio. Attorno al tubo di comunicazione fra la spoletta e la carica interna, è disposta una speciale sostanza fumigena ed incendiaria. Il proietto presenta vicino al fondo una corona di forzamento di rame, e presso la base dell'ogiva un rigonfiamento tornito pel centramento.

La nuvola di fumo prodotta dallo scoppio di questo proietto è visibile fino a 4500 *m*. Uno shrapnel da 75 *mm* alla distanza di 2000 *m* penetra senza rompersi nella muratura ordinaria fino a 80 *cm*.

La granata-torpedine è di un sol pezzo, con la punta solida; è provvista di spoletta posteriore a percussione a scoppio ritardato.

È notevole uno speciale strumento, mediante il quale è possibile di graduare le spolette a tempo con celerità sufficiente per sopperire al consumo delle munizioni, anche durante il tiro rapido.

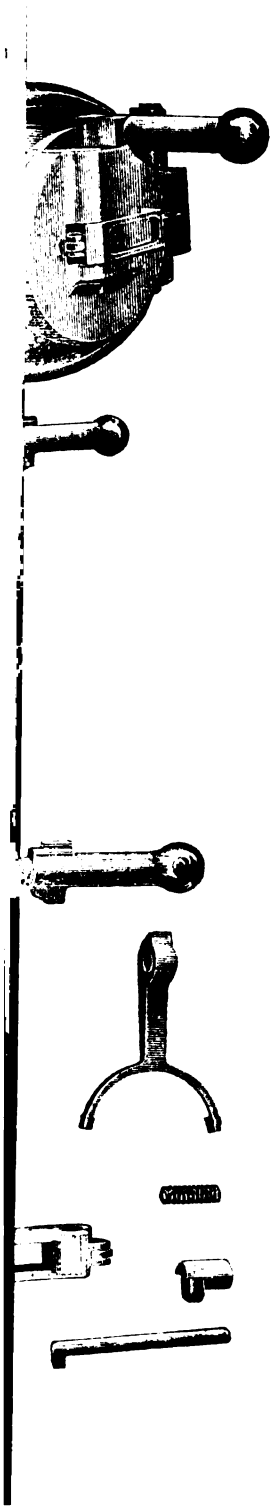
Questo strumento (fig. 22ª) è foggiato a guisa di un paio di tanaglie, nelle quali uno dei bracci corti termina con un cappuccio che può ricoprire interamente la spoletta; sull'altro braccio scorre un cursore che porta il coltello destinato a forare la miccia nel punto voluto. Un secondo cursore si muove sull'orlo inferiore del cappuccio appositamente graduato e vi può essere fissato, in un punto qualunque, mediante una vite di pressione; esso porta un intaglio che ha la stessa forma del risalto a indice, di cui sono provviste tutte le spolette a doppio effetto. Quando i due cursori sono stati disposti nei punti corrispondenti alla distanza di tiro, basta investire il cappuccio sulla spoletta in modo che l'intaglio si adatti all'apposito indice, quindi serrare le tanaglie, perchè la spoletta si trovi forata alla graduazione occorrente. Quando lo strumento è stato preparato per una data distanza, un servente anche poco pratico può rapidamente e senza errore graduare le spolette dei proietti occorrenti ad un pezzo. Il comandante della batteria ha inoltre il modo di verificare se la spoletta di un colpo già partito era graduata esattamente.

Riportiamo nello specchio seguente alcuni dati numerici sui materiali da 75 *mm* lungo e corto.

		Cannone lungo	Cannone corto
Bocca da fuoco.			
Peso	*kg*	330	250
Lunghezza totale	*m*	2,40	1,80
	calibri	32	24
Affusto.			
Peso del solo affusto	*kg*	650	500
Peso del pezzo in batteria	»	980	750
Altezza di ginocchiello	*m*	1,00	1,00
Diametro delle ruote	»	1,32	1,32
Larghezza della carreggiata	»	1,25	1,25
Limiti del puntamento in elevazione	*gradi*	— 5 e + 15	— 5 e + 15
Limiti del puntamento in direzione	»	— 4 e + 4	— 4 e + 4
Serventi necessari per il tiro	N°	4	4
Celerità di tiro (colpi al minuto)	»	10	10
Munizioni.			
Peso dello shrapnel	*kg*	5,2	4,6
Rendimento in mitraglia (1)	%	60	55
Peso della granata-torpedine	*kg*	5 2	4,6
Peso della carica di potente esplosivo	»	0,400	0,350
Peso del cartoccio-proietto completo	»	7	6
Velocità iniziale con 2000 *kg* al *cm*² di press.	*m*	600	500
Velocità iniziale con 3000 *kg* al *cm*² di press.	»	680	600
Gittata massima	»	6800	5000
Avantreno.			
Peso dell'avantreno vuoto	*kg*	330	300
Peso dell'avantreno carico	»	575	510
Colpi portati	N°	35	35
Peso della vettura-pezzo	*kg*	1555	1260

(1) Rapporto fra il peso della mitraglia prodotta dallo scoppio e quello totale del proietto.

Tav. I



UNIV. OF MICH.

Tav. III

UNIV. OF MICH.

TELEGRAFO DA CAMPAGNA NELL'ESERCITO INGLESE DELLE INDIE.

Nella loro campagna di Birmania, in quella contro gli Ascianti e in molte altre, gli inglesi hanno ampiamente dimostrato che intendono, e con ragione, condurre rapidamente a termine le loro spedizioni coloniali; la rapidità essendo una condizione di buon successo e di economia di uomini. Per raggiungere questo scopo non omettono nessuna precauzione, e forniscono alle loro colonne i migliori materiali. Essi non potevano quindi trascurare di dare a queste colonne anche i mezzi di comunicazione telegrafica, necessari per rimanere costantemente collegati colla loro base d'operazione, ed è perciò che nella loro recente spedizione nel Chitral organizzarono un servizio di telegrafia da campagna, per regioni montuose, che ha dato buonissimi risultati.

I telegrafi da campagna che sono necessari all'esercito anglo-indiano, per le spedizioni nelle quali esso trovasi così di sovente impegnato, sono somministrati dal *Civil telegraph department* delle Indie, il quale ha per direttore generale il Luke, le cui comunicazioni, fatte al congresso dell'Associazione britannica nel 1895, ci forniscono i seguenti particolari.

A cagione delle difficoltà presentate dalle strade sulle quali il materiale deve sovente trasportarsi, esso viene conservato diviso in pacchi o colli del peso di circa 36 *kg*; il che equivale alla metà del carico che può trasportare un mulo.

Il materiale di equipaggiamento per una stazione tipo richiede 7 muli, i quali possono ridursi soltanto a 4, qualora si tratti di un impianto temporaneo. L'apparecchio ricevente è un *parleur* simile a quello in uso in tutta l'India; però di un formato alquanto ridotto. Esso è montato sopra una specie di piede con un piccolo *relais* del sistema Siemens e con un tasto.

Si fa uso di pile a secco, le quali non soddisfano però intieramente; per cui si sta studiando di avere una batteria facilmente trasportabile.

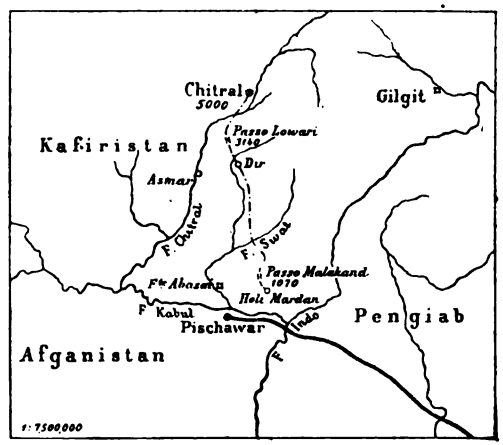
Per l'impianto delle linee si adoperano due qualità di filo di ferro, pesanti rispettivamente 84 e 42 *kg* per *km*, oppure si adopera filo di rame, che pesa soltanto 20 *kg* per *km*. Il filo è di solito sostenuto da pali di legno ricavati dai boschi del paese; ma nel caso di localitá sprovviste di alberi si fa uso di pali metallici. Questi sono formati da tubi di lamiera di ferro, e sono divisi in 3 parti che rientrano le une nelle altre a guisa delle parti di un telescopio, in modo che la loro lunghezza, che è di 5,50 *m*, si riduce, durante i trasporti, a soli 2 *m*. Essi pesano 18 *kg*.

Il personale pel servizio dei telegrafi da campagna è fornito dall'amministrazione civile dei telegrafi, e dipende da un funzionario civile che

riceve gli ordini dal capo di stato maggiore. I parchi telegrafici sono però formati in gran parte di soldati, che hanno ricevuto un'istruzione speciale e che durante la pace vengono esercitati negli uffici telegrafici della regione ove trovasi di stanza il loro reggimento.

In guerra, questo servizio, oltre ad assicurare la corrispondenza, ha anche l'incarico di collocare attorno agli accampamenti un recinto fatto con filo telegrafico. Così. in caso di attacco notturno, o di qualche tentativo di sorpresa, o di ricognizioni fatte dal nemico, viene dato immediatamente l'allarme nei posti di guardia, per mezzo di una forte soneria.

Per ben comprendere la funzione di questo servizio, la *Revue scientifique*, dalla quale togliamo queste informazioni, descrive brevemente quanto avvenne nella campagna del Chitral, durante la primavera del 1895 (1). La notizia dell'assedio del forte Chitral. venne da Gilgit (v. schizzo annesso) per mezzo della linea telegrafica che era stata terminata solamente nell'anno precedente e che passa per due colli, posti a 3500 e a 4000 *m* sul livello del mare, coperti da 3 a 6 *m* di neve, e dove trovansi due stazioni telegrafiche separate dal resto del mondo per 7 mesi dell'anno. Si



era scelto per base d'operazione Holi-Mardan. Quivi venne riunito subito il materiale per 320 *km* di linea a doppio filo, con 20 stazioni, ed il personale necessario per la costruzione e l'esercizio della linea telegrafica.

Questa veniva tosto cominciata e spinta avanti con tale rapidità che una stazione poteva impiantarsi sul passo stesso di Malakand, poche ore dopo la battaglia che mise le truppe anglo-indiane in possesso di quella

(1) Vedi *Rivista militare italiana*, anno 1895, pag. 1318.

posizione, tenuta da 12 000 insorti (3 aprile 1895). Dapprincipio si distese un solo filo; in seguito se ne mise in opera un secondo, ed anche un terzo (fino alla valle dello Swat). La linea si prolungò nei giorni seguenti con doppio filo fino a Dir, e con filo semplice fino al forte del Chitral: dove giunse soltanto il 17 maggio, essendosi perduto alcuni giorni per causa delle difficoltà incontrate nel passaggio del colle di Lowari (3140 *m*), impervio ai camelli.

In vicinanza di questo passo, essendosi trovata una foresta, la linea venne stesa su pali confezionati con alberi; pel rimanente si dovette ricorrere ai pali metallici; il che complicò assai i rifornimenti del materiale.

Per dare un'idea dell'importanza della linea è sufficiente notare che nel mese di aprile si trasmisero 24 400 telegrammi, e 59 000 se ne trasmisero nel maggio. Circa l'esattezza del servizio basti accennare al fatto che un telegramma datato dal forte di Chitral, 19 maggio, si potè pubblicare nei giornali di Londra, aventi la data dello stesso giorno. Naturalmente bisogna tener conto della differenza di longitudine; ma, in ogni modo, ciò contribuisce una volta di più a deporre in favore dell'intelligenza colla quale gli inglesi sanno utilizzare, sempre e dovunque, il tempo ed i mezzi dei quali dispongono.

p.

APPARECCHIO GIREVOLE PER L'AFFONDAMENTO DEI PALI.

Nei lavori fatti alla foce del fiume Oregon (Stati Uniti) si è impiegato, per l'affondamento dei pali, un apparecchio girevole, il quale per la sua originalità merita i seguenti cenni, che togliamo dal *Génie civil*.

I detti lavori consistono in una palificata lunga 7 *km*, la quale ha permesso di regolare il corso del fiume in modo da ottenere un sol canale di 7,50 *m* di profondità a basse acque, invece di tre passaggi che si spostavano irregolarmente e presentavano seri ostacoli alla navigazione. La palificata è di legname e si compone essenzialmente di 4 linee di pali (fig. 1ª), riuniti due a due da croci di S. Andrea, dell'altezza da 17 a 19 *m*, i cui piedi sono protetti da graticciate e da sassaie. Le teste dei pali sostengono traverse, sulle quali poggiano due binari stesi progressivamente durante la costruzione.

L'apparecchio per l'affondamento dei pali (fig. 2ª) si compone essenzialmente di una piattaforma portante da un lato la intelaiatura di un battipalo e dall'altro, come contrappeso, una caldaia a vapore *P*, simile a quella delle locomotive, con relativo serbatoio e deposito di combusti-

bile. Al centro havvi un argano a vapore che opera a volontà sul maglio o sull'apparecchio di rotazione. La piattaforma girevole è sostenuta da 4 carrelli di 8 ruote ciascuno, i quali scorrono sulle 4 rotaie costituenti i due binari. La piattaforma rotola su 48 rulli di acciaio, disposti sopra una circonferenza di 4,80 *m* di diametro.

Al disotto del telaio generale che riunisce superiormente i 4 carrelli è sospeso un tavolato, che si frappone alle due file interne di pali, e sostiene la pompa *A*, che serve ad iniettare l'acqua necessaria per facilitare l'affondamento del palo. Quest'acqua per mezzo di tubi di gomma *H*, passanti sopra puleggie di grande diametro. *B*, è perciò condotta a due tubi metallici *J*, fissati con ganci contro i pali, e aventi l'apertura inferiore in corrispondenza della punta dei pali.

L'affondamento si eseguisce nel modo seguente. Si fa girare tutto il sistema in modo da portare il battipalo al disopra del vagone carico di pali, che si muove, al pari dei 4 carrelli, sui due binari della palificata; per mezzo di due funi legate alla testa e alla punta di un palo, questo vien sollevato orizzontalmente e condotto, facendo girare la piattaforma, al disopra del punto ove deve essere affondato. Ivi si dispone il palo verticalmente, si fanno le giunzioni dei tubi d'iniezione d'acqua, si fa scendere il palo fino al fondo, si fa appoggiare il maglio sulla sua testa e si mette in opera la pompa. Allora il palo penetra, e quando la sua testa è arrivata ad un palmo dal livello che deve occupare, si staccano i tubi di iniezione e con alcuni colpi di maglio si ottiene l'affondamento voluto.

Allorchè l'apparecchio ha affondato i 4 pali situati in uno stesso piano trasversale, si riuniscono le loro sommità con un cappello, che serve di appoggio al prolungamento delle lungarine destinate a sostenere le guide dei binari.

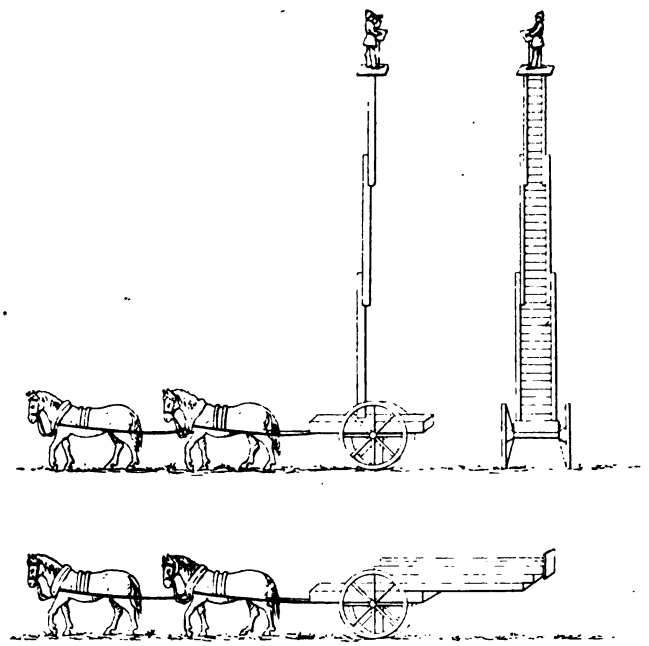
p.

SCALA-OSSERVATORIO.

La *Revue d'artillerie* riporta dalla rumena *Revista artileriei* la descrizione e lo schizzo di una scala-osservatorio, che, secondo quest'ultimo periodico, sarebbe in servizio nell'esercito tedesco per le ricognizioni e per rilevare i resultati dei colpi nel tiro indiretto.

Questa scala è divisa in 3 segmenti, che nei trasporti si trovano ripiegati e disposti sopra un carro a 4 ruote, uno contro l'altro. Per le osservazioni la scala si drizza sul carro stesso, e i tre segmenti si dispongono uno in seguito all'altro.

Alla sommità della scala si trova una piccola piattaforma, sulla quale si colloca l'osservatore, assicurandosi anche per mezzo di coregge ai montanti della scala: sulla piattaforma è fissato una specie di piccolo tavolo sul quale l'osservatore può disporre i suoi strumenti.



La scala è fatta muovere ed è portata all'altezza occorrente per mezzo di una semplice manovella: i movimenti si eseguiscono rapidamente e senza scosse.

P.

STRUMENTO PER LA DIVISIONE DEGLI ANGOLI IN PARTI EGUALI.

Finora il problema generale della divisione degli angoli in un numero qualunque di parti eguali non era stato risolto graficamente in modo soddisfacente per la pratica e, com'è noto, tranne che per alcuni casi particolari, si doveva ricorrere all'uso, punto sollecito, del rapportatore.

Rileviamo ora dalle *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Genie-Wesens* che il signor Lotario v. Köppen ha trovato una soluzione

assai semplice di quel problema, ed ha preso la privativa per uno strumento da disegno di sua invenzione, col quale si ottiene rapidamente ed in modo esatto la divisione in un numero qualunque di parti eguali dell'arco che misura l'angolo.

Riprodurremo qui sotto dal periodico austriaco la breve descrizione dello strumento, facendola precedere da alcuni cenni intorno principio su cui è fondata la sua costruzione, e da alcune considerazioni analitiche, tratti dalla *Revue du génie militaire*.

***

Suppongasi da prima che si tratti di dividere in parti eguali, non già un angolo, ma la corda dell'arco che misura quest'angolo.

Si tracci sopra un foglio di carta trasparente una serie di rette parallele equidistanti A, B, C, D..... (fig. 1ª), e sopra un secondo foglio si tracci un'altra serie identica di parallele a, b, c, d.....

Si sovrappongano i due fogli all'angolo dato $M\,O\,N$, in modo che le rette estreme A, a coincidano rispettivamente coi lati $M\,O$, $N\,O$. Le due serie di parallele costituiranno allora un reticolato di rombi tutti eguali, i cui vertici saranno ripartiti regolarmente sopra rette rispettivamente parallele e perpendicolari alla bisettrice dell'angolo.

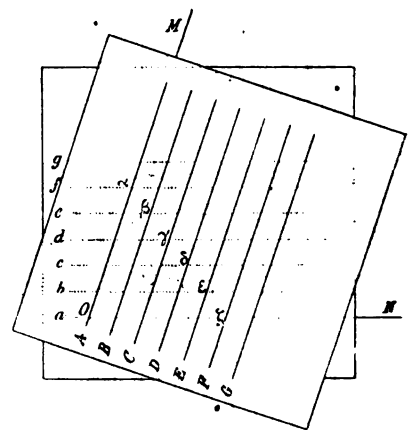


Fig. 1ª.

Questi vertici rappresentano i punti di divisione delle corde cercati; basterà, p. es., riferirsi alla quarta fila di detti vertici, per trovare in β, γ, δ. ε i punti di divisione in 5 parti eguali della corda $\alpha\,\zeta$.

Il procedimento seguito per la divisione degli archi è perfettamente analogo: l'unica differenza sta in ciò che, in luogo delle rette parallele, si tracciano, sopra uno dei fogli, le curve B, C, D, E.... (fig. 2ª), che intercettano, sopra archi di circolo descritti con centro comune O ed a partire da una retta A, parti di arco tutte eguali ad una lunghezza arbitraria.

In modo analogo, ma in senso contrario, si tracciano sopra il secondo foglio trasparente, a partire da una retta a, le curve b, c, d, e..... l.

(1) I punti delle curve si determinano, secondo le *Mittheilungen*, nel seguente modo. Sia $B\,A\,C$ (fig. 3ª) un angolo qualunque; facendo centro nel vertice, si descriva in esso un certo numero di archi di circolo. Se, dalle estremità a e b dell'arco più vicino al vertice, si tirano due parallele ai lati dell'angolo, si ottengono le rette $a\,y$ e $b\,z$, il

Per dividere in parti eguali l'angolo MON, si sovrappongono, come nel caso precedente, i due fogli all'angolo, in guisa da far coincidere i centri degli archi col vertice dell'angolo e le rette A, a rispettivamente coi lati OM, ON. I due sistemi di curve formano allora un reticolato di rombi curvilinei, i cui vertici sono regolarmente distribuiti sopra archi di circolo concentrici, descritti facendo centro nel vertice dell'angolo. Per trovare i punti di divisione dell'arco in n parti eguali, si dovrà cercare l'arco che contiene $n+1$ dei suddetti vertici.

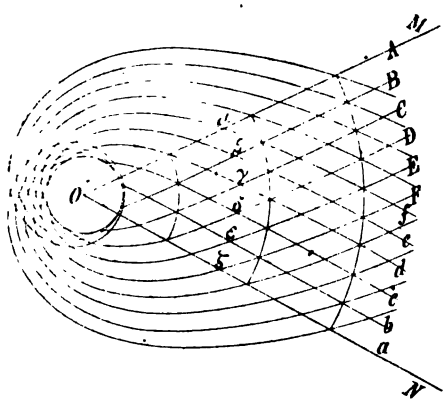


Fig. 2ª.

***

Ecco ora la dimostrazione analitica della *Revue du génie militaire*.

Siano p il numero d'ordine di una delle curve ed a la lunghezza costante d'arco di circolo compresa fra due curve consecutive. L'equazione

---

cui punto d'intersezione si trova sulla bisettrice dell'angolo. Portando su ciascun arco di circolo, a partire dalla retta ay e sulla sinistra di essa, successivamente lunghezze di arco eguali alle corrispondenti parti comprese fra le rette AC ed ay e riunendo fra loro rispettivamente i punti così ottenuti, si ha un sistema di curve, le quali dividono in parti eguali fra loro qualunque arco di circolo compreso nell'angolo dato e descritto col centro in A.

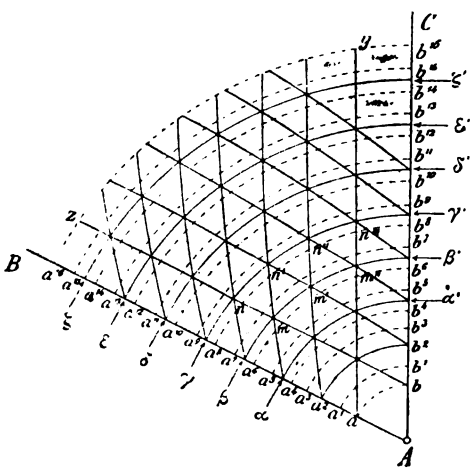


Fig. 3ª.

Ripetendo la stessa operazione in senso inverso, rispetto alle rette bz ed AB, si ottiene un sistema di curve simmetrico al precedente.

Se ora si riuniscono fra di loro i punti d'incontro simmetrici a^2, α, β, γ, δ . . . . . e b^2, α', β', γ', δ' . . . . . delle curve coi lati dell'angolo, mediante archi di circolo concentrici descritti col centro in A, è evidente che i punti d'intersezione delle varie curve fra loro dovranno trovarsi ripartiti su questi archi di circolo, e che, per conseguenza, si avrà sull'arco $a^2 b^2$ il punto per la bisezione dell'angolo, nel successivo arco di circolo $\alpha\alpha'$ i punti per la trisezione e così di seguito.

polare di questa curva, riferita al polo O (fig. 4ª) ed all'asse $O\,N$, sarà per costruzione:

$$r\,\theta = p\,a. \qquad [1]$$

che rappresenta una spirale iperbolica.

Similmente l'equazione polare della curva dell'altro sistema, la quale ha il numero d'ordine $n-p$, sarà

$$r'\,\theta' = (n-p)\,a. \qquad [2]$$

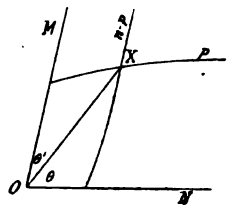


Fig. 4ª.

Supponiamo che dopo la sovrapposizione queste due curve si intersechino in un punto X.

I due raggi r ed r' essendo eguali, dividendo l'una per l'altra le due equazioni [1] e [2], si avrà:

$$\frac{\theta}{\theta'} = \frac{p}{n-p} \qquad [3]$$

e quindi:

$$\frac{\theta}{\theta+\theta'} = \frac{n}{p},$$

dalla quale si rileva che il punto X è uno dei punti di divisione in n parti eguali dell'angolo $\theta + \theta'$.

Si ha infine per il raggio vettore il valore:

$$r = \frac{p\,a}{\theta} = \frac{n\,a}{\theta+\theta'},$$

che è indipendente dal numero d'ordine p della curva, ciò che significa che tutti i punti d'intersezione analoghi ad X si trovano sullo stesso arco di circolo avente il centro in O.

***

Per applicare il principio suesposto alla costruzione di uno strumento da disegno, l'inventore fa uso di due settori S^1. S^2 (fig. 5ª) di materia trasparente, di egual grandezza e girevoli intorno ad un perno comune t. Su ciascuno dei due settori è inciso uno dei due suindicati sistemi di curve, e precisamente le curve sono tracciate sulla faccia inferiore del settore superiore e sulla faccia superiore del settore inferiore, così che i punti d'intersezione riescono esattamente determinati.

Un'alidada $t\,u$, imperniata nello stesso perno dei settori, serve per tracciare sul disegno le rette di divisione dell'angolo.

Il centro di rotazione comune dei settori e dell'alidada è segnato, sopra un'appendice circolare del settore inferiore, dall'incrociocchio di due rette; e poichè il perno è costituito da un tubetto di circa 6 *mm* di diametro, che è provvisto di una piccola lente, riesce facile, guardando dall'alto,

di far coincidere esattamente il suddetto centro di rotazione col vertice dell'angolo da dividersi.

Il settore inferiore porta al di sotto tre puntine, che impediscono gli spostamenti dello strumento, dopo che è stato messo a posto sul disegno;

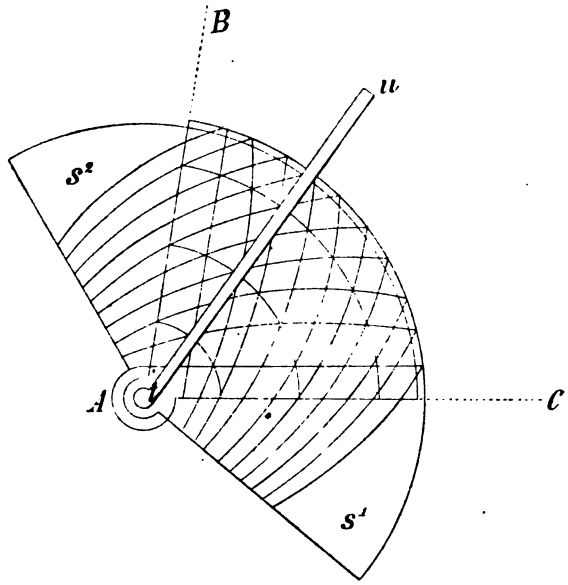


Fig. 5ª.

inoltre il settore superiore può essere fissato su quello inferiore in una posizione qualunque, avvitando fortemente al perno il bossoletto che porta la lente.

Affinchè non possa avvenire che per errore si confondano i punti di intersezione delle curve, che servono per la divisione dell'angolo, con altri, l'alidada è provvista di un cursore con indice, che può essere fissato lungo di essa per mezzo di una vite di pressione; al cursore è unita una lente che permette di disporre lo spigolo dell'alidada esattamente in corrispondenza dei punti d'intersezione.

Il modo d'impiegare lo strumento è chiaro: esso si dispone sull'angolo da dividersi, in maniera che il centro dei settori risulti sul vertice dell'angolo e che le rette AB ed AC coincidano rispettivamente con uno dei lati dell'angolo medesimo. Poi, scelta la serie di punti d'intersezione delle curve corrispondente al numero delle parti in cui si vuole dividere l'angolo, si tracciano per mezzo dell'alidada le linee di divisione.

Naturalmente il numero di parti eguali, in cui riescirà possibile dividere un angolo, sarà tanto minore, quanto più piccolo è l'angolo, e ciò perchè le dimensioni dello strumento sono limitate ed anche la densità delle curve non può oltrepassare un certo limite.

***

Prima di chiudere questo riassunto non sarà forse inutile far cenno di due strumenti molto semplici per la bisezione e per la trisezione degli angoli.

Il primo si trova descritto nella *Revue du génie militaire* ed è rappresentato nella unita fig. 6ª. Esso è fondato sull'impiego di un rombo articolato $A\,B\,C\,D$, due lati del quale si fanno coincidere coll'angolo dato.

Il punto di articolazione degli altri due lati si trova sulla bisettrice.

Questo piccolo strumento, che si costruisce facilmente cogli elementi dei metri articolati del commercio, secondo il periodico francese, ha reso già buoni servizi nel tracciamento sulla carta dei limiti delle zone di servitù militare, che, secondo le disposizioni regolamentari, dipendono dalle capitali delle opere, vale a dire dalle bisettrici degli angoli dei loro salienti.

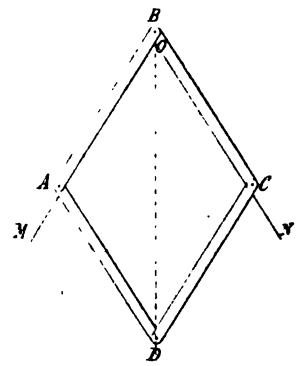


Fig. 6ª.

Dello strumento per la trisezione degli angoli (fig. 7ª) la descrizione è data dal *Cosmos*.

I regoletti $O\,A$ e $O\,D$ costituiscono con $G\,E$ ed $E\,J$ un rombo articolato, la cui estremità (vertice) E si sposta in una fenditura aperta in un quinto regoletto $O\,C$; $O\,C$ è la bisettrice dell'angolo $A\,O\,D$, qualunque sia la sua apertura.

I lati dell'angolo $C\,O\,B$ e la sua bisettrice $O\,D$ sono collegati nello stesso modo.

Ne risulta che, qualunque sia l'apertura dell'angolo totale $A\,O\,B$, i tre angoli al vertice sono sempre eguali fra loro.

È da notarsi inoltre che il punto I d'incontro dei regoletti $E\,J$ ed $F\,H$ appartiene alla bisettrice dell'angolo totale, e può quindi servire per determinarne la direzione.

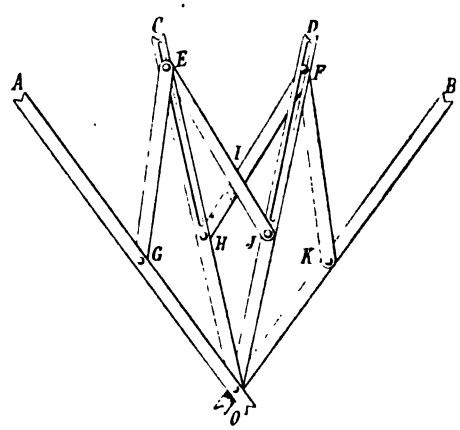
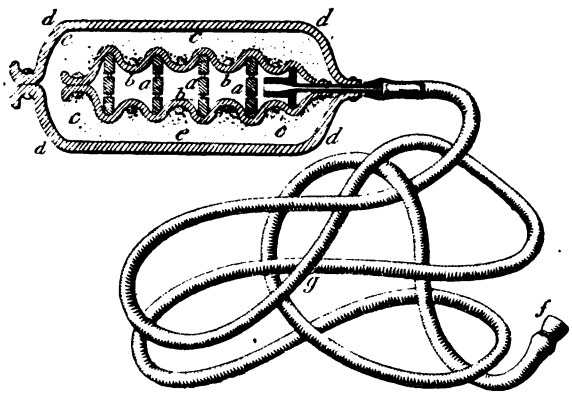


Fig. 7ª.

α.

I FILTRI TASCABILI « MAIGNEN ».

Tra i molteplici filtri posti in commercio, sono degni di nota i *filtri Maignen* a base di amianto e di carbonato di calce, e fra questi in special modo quelli così detti tascabili, poco conosciuti finora in Italia. Questi piccoli filtri « tipo 1896 », semplicissimi ed assai perfezionati, riescono utilissimi. L'acqua in essi è sottomessa ad una quadruplice azione filtrante; attraversa prima l'involucro esterno di tessuto di amianto, in seguito uno strato di carbonato di calce in grani, poscia uno strato di carbonato di calce in polvere e finalmente un altro tessuto di amianto disposto in forma di polpetta mediante una serie di dischi di grès collocati sia all'interno che all'esterno



a) dischi di grès. — *b*) involucro interno di tessuto d'amianto. — *c*) carbonato di calce in polvere. — *d*) involucro esterno di tessuto d'amianto. — *e*) carbonato di calce in grani. — *f*) bocchino d'aspirazione. — *g*) tubo di gomma elastica.

Il modo di servirsi di questo filtro tascabile è pure semplicissimo. Basta gettarlo in un ruscello od in una sorgente qualsiasi e quindi aspirare l'acqua per mezzo del tubo di gomma elastica; quella giunge allora filtrata nella bocca, libera da ogni materia che potesse esservi in sospensione. Naturalmente dopo un certo uso occorre nettare il filtro, il che si ottiene con una facile smontatura dell'apparecchio e col ricambio del carbonato di calce.

Questi filtri pesano da 170 a 220 *g*, ed a Parigi possono costare da 4 a 6 lire. (Dall'*Ingegneria sanitaria*).

NOTIZIE

AUSTRIA-UNGHERIA.

Analisi chimica di polveri da caccia senza fumo. — Le *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Genie-Wesens* informano che il laboratorio chimico del comitato tecnico-militare austriaco ha sottoposto all'analisi chimica alcune polveri da caccia estere, ottenendo i risultati segnati nel seguente specchietto.

RISULTATO DELL'ANALISI	POLVERE DA CACCIA			
	di Eley Broth. Limited London	di W. Ford di Birmingham	di James Purdey and Son.	della Westley Richard C. Limited di Birmingham
Umidità . . . . . %	1,23	2,50	2,00	1,84
Sostanze volatili . . . . »	0,48	0,43	0,55	0,90
Nitro-cellulosio di legno. . »	59,78	67,40	68,81	60,98
Nitrato di bario . . . . »	36,41	21,76	23,28	21,58
Paraffina . . . . . »	—	4,13	3,71	3,81
Canfora . . . . . »	2,16	—	—	—
Ceneri. . . . . »	2,74	3,78	—	1,92
Ceneri e soda . . . . . »	—	—	1,65	—
Azoto nella polvere . . . »	10,75	10,63	11,01	11,30
Azoto nel nitrocellulosio. . »	11,25	11,36	11,65	11,70
Densità relativa	1,036	0,940	0,980	0,930
Stabilità alla temperatura di 135° *C*. . . . . *ore*	5	5	5	5

Tutte quattro queste polveri si riducono facilmente in polverino e sono composte di granellini tondeggianti abbastanza regolari: A causa del nitrato di bario che contengono, le polveri esaminate producono una quantità di fumo piuttosto rilevante.

Sezioni di telefonisti. — Leggiamo nella *Armée territoriale* che, per la prima volta, nelle grandi manovre di Gallizia di quest'anno, furono impiegate sezioni di telefonisti.

Ciascuna sezione era provvista del materiale telefonico per l'impianto di tre stazioni, come pure di 60 *km* di filo e di un microfono per leggere i dispacci trasmessi sulle linee del nemico.

Le sezioni erano costituite da uomini della riserva, che avevano frequentato, durante il loro servizio nell'esercito permanente, la scuola di telegrafia di Tulln.

FRANCIA.

Ripartizione e servizi degli ufficiali del genio — La *Revue du cercle militaire* reca che il ministro della guerra ha decretato che in avvenire il numero dei capitani nei reggimenti del genio dovrà avvicinarsi il più possibile a quello stabilito dall'organico. Inoltre ha stabilito che tutti gli ufficiali del genio, addetti allo stato maggiore dell'arma, i quali siano assegnati, in caso di mobilitazione al comando di qualche unità, dovranno compiere nei reggimenti un servizio temporaneo, la cui durata sarà ulteriormente fissata.

Per rendere disponibile un maggior numero di ufficiali del genio, si prescrive che siano affidati agli aggiunti del genio, ogni qual volta ciò sia possibile, la direzione dei lavori di poca importanza, e che si debbano trasferire temporaneamente, da un ufficio territoriale ad un altro, gli ufficiali e gli aggiunti che fossero momentaneamente disponibili nel primo e necessari nel secondo. Questi trasferimenti temporanei non dovranno avere durata maggiore di 15 giorni.

Le decisioni suddette sono motivate dai gravi inconvenienti prodotti dall'insufficienza del numero dei capitani nei reggimenti del genio, la quale impedisce il regolare servizio in tempo di pace, e infirmerà certamente la rapida mobilitazione delle compagnie. La deficienza di capitani nei reggimenti ha inoltre l'inconveniente che la maggior parte delle istruzioni tecniche e scientifiche pei sottufficiali dei reggimenti devono essere affidate ai tenenti, i quali vengono così distolti dal servizio di compagnia, con grave danno della loro istruzione militare e tecnica.

Gittamento di una travata Henry. — L'*Armée territoriale* informa che il gittamento di un passatoio militare, sistema Henry, sul torrente di Magnan (a 9 *km* al nord di Nizza), eseguito, alla presenza di vari generali, alla fine dello scorso novembre, è riuscito perfettamente.

L'operazione per la montatura della travata, eseguita da un distaccamento del 7° reggimento genio accampato in quella località, veniva iniziata alle 8 del mattino, ed alle ore 13 dello stesso giorno già si cominciava il gittamento, sotto la direzione del capitano Lèvy. Lo scorrimento sui rulli, dalla spalla sinistra alla spalla destra, è durato 10 minuti. Si scaricarono quindi i tavoloni che formavano il contrappeso e si smontarono i 9 *m* di travata che eccedevano la larghezza del torrente e che, naturalmente, erano stati montati per facilitare l'operazione del gittamento. Il lavoro per dare al passatoio la sua sistemazione definitiva durò fino a sera.

Questo passatoio, che ha una lunghezza di 20 *m*, sarà lasciato permanentemente in opera, e collegherà la strada strategica di Saint-Pancrace a quella di Saint-Roman, che il 112° fanteria costruirà nella prossima estate.

GERMANIA.

Nuovi gruppi di pariglie per l'artiglieria a piedi. — Per il traino delle batterie mobili dell'artiglieria a piedi, provviste di bocche da fuoco di medio calibro, che in guerra devono essere assegnate alle armate per appoggiare l'azione delle truppe campali, specialmente nell'attacco di posizioni fortificate o di forti di sbarramento, era stata progettata nel 1892 la formazione di 17 gruppi di pariglie (uno per ogni reggimento della suddetta arma). Questi gruppi dovevano normalmente far parte dei battaglioni del treno, rimanendo tuttavia ad esclusiva disposizione dell'artiglieria a piedi per le sue esercitazioni.

Il *Reichstag* non approvò allora la spesa per queste nuove formazioni. Negli anni successivi però l'amministrazione della guerra tedesca potè costituire 4 di quei gruppi, che furono assegnati al 4°, al 15°, al 16° ed al 25° battaglione del treno.

Secondo quanto ora informa la *Militär-Zeitung*, ne saranno formati altri due nel prossimo anno, uno a Glogau e l'altro a Thorn per i reggimenti di artiglieria a piedi della frontiera orientale.

Essi saranno costituiti, come i 4 esistenti, da 1 tenente, 48 uomini di truppa, 10 cavalli da sella e 44 cavalli pesanti da tiro.

Come si vede, la Germania va gradatamente attuando il primitivo progetto, provvedendo intanto ai bisogni delle truppe dell'artiglieria a piedi, che si trovano dislocate sulle frontiere.

Zappatori di cavalleria su biciclette. — Durante le manovre imperiali del corrente anno è stato formato un distaccamento di zappatori su biciclette che venne aggiunto alla divisione di cavalleria sassone. Esso contava 30 biciclisti, tolti dal 12° battaglione pionieri (sassone), ed era posto sotto il comando di un ufficiale.

Lo scopo di questa innovazione era di dare alla cavalleria i mezzi per eseguire le distruzioni, senza aspettare le vetture contenenti gli utensili e le materie esplosive; vetture che arrivavano sovente troppo tardi.

Questo plotone di ciclisti del XII corpo ha potuto sempre accompagnare la cavalleria su qualsiasi specie di strade; sicchè il suo impiego avrebbe dato buonissimi risultati. (*Revue de cavalerie*)

Velocipedi alle compagnie di pionieri. — La *Militär-Zeitung* riferisce che, nel bilancio della guerra per l'anno 1897-98, sono inscritti i fondi necessari per assegnare ad ogni compagnia di pionieri due velocipedi, uno *di esercitazione*, che servirà specialmente per l'addestramento del personale, e l'altro *di guerra*, che sarà impiegato solo per il servizio in campagna.

Anche la scuola telegrafica militare riceverà 4 velocipedi, due per ciascuna delle specie indicate.

Poligono della sezione di aerostieri. — Dallo stesso giornale rileviamo che, dopo il disastro avvenuto il 25 maggio 1894 al poligono della sezione di aerostieri di Tempelhof (presso Berlino) per lo scoppio di serbatoi di idrogeno compresso, si è riconosciuto la necessità di trasferire in una località più isolata quel poligono, che ora si trova in vicinanza di caserme e di strade molto frequentate.

Tale trasferimento avverrà nel prossimo anno, ed il luogo scelto è il poligono d'artiglieria di Tegel.

Nei locali che rimarranno liberi a Tempelhof sarà acquartierato il 3° reggimento di ferrovieri, presentemente alloggiato in baracche di lamiera ondulata ed in fabbricati presi in affitto.

Vi è inoltre il progetto di riunire la sezione di aerostieri alla brigata di ferrovieri e di istituire una scuola di aeronautica militare.

Il pallone cervo-volante von Parseval. — La *Revue militaire suisse* informa che il capitano bavarese von Parseval ha inventato un pallone frenato, che egli denomina pallone cervo-volante e del quale si conoscono i seguenti particolari.

L'involucro ha la forma di un lungo cilindro terminato alle due estremità con calotte sferiche: la fune di ritegno è fissata all'estremità anteriore e la navicella alla parte posteriore, in modo che l'aerostato assume una posizione intermedia fra la verticale e l'orizzontale.

Coll'aumentare del vento aumenta la forza ascensionale del pallone, mentre la fune mantiene sempre un'inclinazione di 40° rispetto all' orizzonte. Gli spostamenti laterali sono eliminati mediante piccoli palloni sospesi ad una certa altezza dalla navicella, i quali adempiono perciò le funzioni delle orecchie e della coda del cervo-volante.

Il Parseval assicura che il suo apparecchio può essere impiegato con venti fortissimi, mentre gli altri aerostati diventano inutilizzabili per qualsiasi servizio, allorchè il vento ha una velocità superiore ai 10 *m*.

Strada ferrata militare Kummersdorf-Jüterbog. — La *Militär-Zeitung* reca che col 1° aprile 1897 sarà aperto all'esercizio il tronco di strada ferrata militare dal poligono di Kummersdorf a quello di Jüterbog, dove dal 1890 hanno sede le scuole di tiro dell'artiglieria da campagna e dell'artiglieria a piedi.

Com'è noto, il villaggio ed il poligono di Kummersdorf sono già in comunicazione con la capitale per mezzo di una linea di strada ferrata militare (*königliche militärische Eisenbahn*), esercitata dai ferrovieri, che ha la stazione di testa a Berlino, presso la caserma della brigata di ferrovieri, e che misura uno sviluppo di 45,6 *km*.

Il nuovo tronco costituisce il prolungamento di questa linea.

Adozione di nuovi cannoni a caricamento rapido per la marina. — I giornali tedeschi annunciano che in data 31 ottobre u. s. furono adottati, per la marina, cannoni a caricamento rapido da 24, da 21 e da 15 *cm*, lunghi 40 calibri, non ha guari sperimentati al poligono di Meppen in presenza dell'Imperatore.

I primi cannoni a caricamento celere, cioè quelli da 15 e da 10,5 *cm* lunghi 35 calibri, e da 5 *cm* lunghi 10 calibri erano stati introdotti in servizio, nella marina, il 28 aprile 1892; però i cannoni da 15 *cm* non erano finora stati messi in distribuzione.

Colla recente disposizione, la marina tedesca si è assicurata, per ciò che riguarda l'armamento, la superiorità su quelle degli altri Stati, per un tempo certamente abbastanza lungo.

Ferri da cavallo senza chiodi. — Secondo i giornali tedeschi, i ferri da cavallo senza chiodi, che si sono sperimentati recentemente nell'11° corpo d'armata, hanno fatto ottima prova; ora l'esperimento sarà continuato su più vasta scala.

Questi ferri si uniscono saldamente ai piedi dei cavalli, permettono allo zoccolo di svilupparsi liberamente, proteggono la parte più delicata del piede, durano più dei ferri ordinari e possono essere messi e tolti da chiunque, senza il concorso del maniscalco.

INGHILTERRA.

Tiro subacqueo. — Dai *Proceedings of the United States Naval Institute* togliamo la notizia di un'esperienza di tiro fatto con un cannone posto nelle seguenti condizioni, molto singolari. Un'impalcatura venne eretta nella rada di Portsmouth in vicinanza del limite della bassa marea, e sulla medesima venne installato un cannone Armstrong di 110 libbre. Durante il tempo della bassa marea il cannone venne caricato ed accuratamente puntato contro il bersaglio, e dopo alcune ore, cioè quando il cannone ed il bersaglio erano coperti da quasi 2 *m* di acqua, il pezzo venne sparato per mezzo della elettricità.

Il bersaglio, distante solo 9 *m* dalla bocca del pezzo, era formato di due parti distinte: quella anteriore era composta di travi e di tavoloni di quercia, ed aveva la grossezza complessiva di 53 *cm.*; quella posteriore era costituita dallo scafo di una vecchia nave, il *Griper*, contro il quale si era inchiodata (in corrispondenza della probabile traiettoria) una piastra di acciaio grossa 75 *mm.*

Eseguito il tiro, si verificò che il bersaglio di legno era stato attraversato da parte a parte, che la corazza si era rotta in pezzi e che la palla aveva attraversato i due fianchi della nave, aprendo due grossi fori, attraverso i quali l'acqua penetrò riempiendo tutta la nave.

L'esperimento ha perciò dimostrato che collocando, in tempo di guerra, cannoni sommersi nelle rade e nei porti, si ha la possibilità di poter recare grandi danni alle navi che il nemico inviasse in quei punti per bombardare le città littoranee.

Locomotive a petrolio. — L'*Engineering* illustra due notevoli applicazioni di motori a petrolio del sistema Hornsby-Akroyd, i quali sono motori ad esplosione, analoghi ai motori a gas. Una di queste applicazioni consiste in una locomotiva stradale capace di trainare un carico di 20 a 25 *t* su strade buone in piano, di 8 a 10 *t* su pendenze del 6 °/₀, e di 6 a 7 *t* su pendenze dell'8 °/₀. Col mezzo di opportune trasmissioni la velocità di marcia si può variare, e l'asse motore è munito di freno potente. La provvista di petrolio che porta la locomotiva basta per 36 ore di lavoro, ed una provvista di 2 ettolitri e mezzo di acqua è sufficiente pel raffreddamento del cilindro. Sono state prese speciali disposizioni per diminuire il rumore prodotto dallo scarico dei gas sviluppati nell'esplosione.

Questa locomotiva stradale agisce in modo assai più semplice di quello dei motori a vapore. Inoltre offre il vantaggio di non richiedere il tra-

sporto di combustibile voluminoso e di non aver bisogno di provvedersi di acqua. La ditta R. Hornsby and Son, di Grantham, che ha costruito questa locomotiva stradale, ne ha costruito anche 3 altre di potenza diversa.

Essa ha pure costruito per l'arsenale di Woolwich una locomotiva dello stesso sistema, destinata a correre su binario. Il servizio che richiede il suo meccanismo è tanto limitato che un solo meccanico sarebbe più che sufficiente In pochi minuti può essere messa in moto, e la limitatissima quantità di acqua che richiede può renderne l'impiego assai vantaggioso nelle regioni aride.

La soppressione del fumo. — Il *British Medical Journal* segnala il miglioramento considerevole avvenuto nell'atmosfera di Londra dopo che l'impianto dei contatori frazionari a pagamento anticipato ha permesso di sostituire il riscaldamento a gas al riscaldamento col carbone fossile.

Il sig. Hart, presidente dell'esposizione per la soppressione del fumo a Londra, aveva già fatto notare l'influenza perniciosa dei focolari, piccoli ma innumerevoli, impiegati negli alloggi dei poveri, influenza che sembra possa paralizzarsi coll'uso del gas

È noto che i nuovi contatori sono disposti in modo che l'introduzione di una moneta di 10 centesimi fornisce una quantità di gas determinata, esaurita la quale è necessario introdurre un'altra moneta. Nonostante la soggezione che risulta da queste operazioni, la sola compagnia del gas denominata *South London* ha messo in opera, nei quattro anni dacchè il sistema è in uso, 50 000 contatori di questo genere e quasi 30 000 piccole stufe a gas nelle case operaie.

ITALIA.

Forma migliore dei conduttori per scariche elettriche. — Diverse questioni si collegano col problema di conoscere la forma migliore da assegnarsi ai conduttori, affinchè essi presentino la maggiore attitudine a condurre le scariche.

Faraday riteneva, a proposito delle scariche atmosferiche, che l'unica cosa da tener presente fosse l'area della sezione del conduttore, e che qualunque forma avesse egual valore, applicando così alla propagazione delle scariche elettriche gli stessi concetti che presiedono alla propagazione delle ordinarie correnti: invece Harris asseriva che i conduttori tubolari servivano per le scariche altrettanto bene quanto i conduttori massicci di egual diametro, ed asseriva inoltre che conduttori a nastro ap-

piattito servivano ancor meglio dei conduttori cilindrici tubolari o massicci (1).

La moderna teoria delle scariche giustifica pienamente le conclusioni di Harris; ma le prove sperimentali su questo punto così importante della teoria non sono, nè molto numerose, nè molto concludenti. Riteniamo perciò utile riportare dal *Nuovo Cimento* le seguenti conclusioni, alle quali è giunto il prof. Cardani, applicando (nelle sue esperienze) il metodo dei fenomeni termici nei circuiti derivati.

1° I nastri metallici presentano una resistenza molto minore di quella dei fili di eguale sezione.

2° La resistenza dei nastri di grossezza piccola, relativamente alla loro larghezza, è indipendente dalla grossezza.

3° Nelle ordinarie condizioni di esperienza, il dielettrico che circonda il conduttore non ha alcuna sensibile influenza sull'attitudine del conduttore medesimo a dare sfogo alle scariche.

4° L'avvolgere i fili a treccia o a corda, in modo da formarne delle funi metalliche non reca che piccolo vantaggio, perchè una fune metallica si comporta come un conduttore unico cilindrico di sezione equivalente alla somma delle sezioni dei fili, e nel caso delle scariche poco si guadagna coll'aumentare della sezione, specialmente se i fili sono sufficientemente grossi.

5 Anche l'uso dei fili coperti di sostanza isolante non modifica sensibilmente il risultato precedente, dipendendo il piccolo vantaggio che si ottiene dal fatto che i fili coperti non sono tra loro in immediato contatto.

6° La vera disposizione favorevole per la conduzione delle scariche sarebbe quella delle derivazioni multiple, poichè se i circuiti derivati sono tra loro abbastanza lontani, la resistenza del fascio varia in ragione inversa dal numero delle derivazioni.

Illuminazione elettrica delle vetture ferroviarie. — La Società delle ferrovie mediterranee ha introdotto in alcune vetture della linea Roma-Milano e Roma-Torino l'illuminazione elettrica per mezzo di accumulatori. Ogni vettura viene munita al disotto del proprio telaio di due casse in lamierino di ferro, ognuna delle quali può contenere 2 batterie di 6 elementi di accumulatori, della capacità ciascuna di 130 ampère-ora. Raggruppati i 24 elementi in due serie di 12 elementi l'una, ogni carrozza che abbia 4 batterie di accumulatori, può disporre di 260 ampère-ora: e siccome il consumo orario per vetture ordinarie con 4 scompartimenti e 2 ritirate è

(1) Lodge — *Lightning conductors and lightning guards:* pag. 41 e seg.

di 6,5 ampère, la durata dell'illuminazione può essere di 40 ore: e di 20 ore quando vi siano due batterie. Ogni batteria pesa in servizio 95 *kg* tutto compreso. Gli accumulatori verranno ricambiati ad ogni viaggio nelle stazioni di Torino, Milano e Roma, ove furono impiantate apposite officine di carica: per l'effettuazione della carica gli accumulatori sono disposti in tante serie di 7 batterie ciascuna: la corrente normale di carica ha una intensità di 17 ampère per ogni serie caricata, ed una tensione di 120 volt. In ciascuna vettura le lampade sono messe in derivazione sul circuito principale, ed utilizzano quindi la stessa caduta di potenziale che varia dai 21 ai 24 volt. Ogni compartimento di viaggiatori è illuminato con una lampada ad incandescenza di 16 candele: e quando si abbassa la cuffia paraluce, si spegne questa lampada mentre se ne accende automaticamente una seconda di 6 candele che sta di fianco alla prima, ed è racchiusa nella stessa coppa di vetro Questa seconda lampadina si accende anche nel caso che la prima venga ad abbruciarsi, ed essa serve quindi come *veilleuse* e come lampada di riserva. Le lampade delle ritirate sono due di sei candele per ogni coppa di vetro: una in servizio ed una in riserva. Secondo quanto è prescritto dai regolamenti internazionali, per improvvise evenienze di servizio, tutti i fanali sono costruiti in modo da potervisi sostituire prontamente alla illuminazione elettrica quella ad olio. Ogni vettura è poi munita di un ordinario contatore elettrico per poter controllare lo stato di carica degli accumulatori. Tutto il materiale delle officine di carica e delle vetture è prodotto dalla industria nazionale. (Dall'*Elettricista*).

OLANDA.

Formazione dei reggimenti d'artiglieria — La *Revue de l'armée belge* informa che, con decreto reale del 18 maggio 1896, è stata cambiata la formazione dei reggimenti d'artiglieria da campagna. In avvenire un reggimento d'artiglieria da campagna, avrà perciò la seguente composizione:

	UOMINI		CAVALLI	
	ufficiali	sottufficiali e cannonieri	di ufficiali	di truppa
Stato maggiore di reggimento.	5	10	5	1
Due divisioni di 3 batterie su 6 pezzi	34	976	32	404
Una divisione treno	7	349	7	88
Un deposito	3	37	3	21

SPAGNA.

Ordinamento dell'artiglieria. — Questa rivista riportò già a suo tempo (1) dalla *Revue du cercle militaire*, la notizia della formazione di un terzo reggimento di artiglieria da montagna nell'esercito spagnuolo. Secondo quanto riferisce ora il *Memorial de artilleria*, quel reggimento, che provvisoriamente venne composto di 3 sole batterie, avrà d'ora innanzi la stessa forza degli altri due reggimenti, sarà cioè composto di 4 batterie ed avrà, sul piede di pace, il seguente organico: 1 colonnello, 1 tenente colonnello, 3 maggiori, 7 capitani, 12 tenenti in primo, 1 medico, 1 cappellano, 2 veterinari, 1 maestro di equitazione e 395 uomini di truppa. Ogni reggimento conta 54 cavalli da sella e 112 muli da basto; il suo materiale comprende 24 cannoni e 112 cofani da munizioni.

Sul piede di guerra, in ogni reggimento si formano 2 nuove batterie: le 6 batterie, delle quali allora si trova composto, si dividono in 2 gruppi.

Vi sono anche tre colonne di munizioni, cioè 1 per ciascun gruppo ed 1 detta di reggimento.

SVEZIA.

Fabbricazione dei nuovi fucili. — Scrivono da Stoccolma alla *Allgemeine Militär-Zeitung* che, in una relazione sulla fabbricazione dei nuovi fucili, il comandante generale dell'arma d'artiglieria ha fatto presente al ministro della guerra la necessità di procedere subito all'allestimento di 200 000 di tali armi, invece delle sole 75 000, per le quali il parlamento ha approvato la spesa di 4 479 000 corone.

Per ciò egli propone al ministro che sia chiesto dal governo l'ulteriore credito di 7 482 000 corone, occorrente per la costruzione della quantità suindicata di nuovi fucili. Tutte queste armi verrebbero fabbricate in Svezia

Apparecchio per lavori sottomarini a grandi profondità. — È noto come i palombari, anche quelli più allenati, non possano scendere a grande profondità sotto l'acqua, per causa del rapido aumento della pressione.

Ora il *Cosmos* annunzia che un ingegnere svedese, Waller di Stocolma, tentando di ricuperare una nave, affondata ad una profondità di 54 *m*, ha immaginato un apparecchio destinato a mettere gli operai, che debbono lavorare a questa profondità, nelle stesse condizioni fisiologiche nelle quali sarebbero in un pozzo a cielo aperto.

(1) V. *Rivista* 1896, vol. II, pag. 138.

Quest'apparecchio consiste in un tubo di ferro lungo 56 *m*, formato di tronchi riuniti fra loro ed avente larghezza sufficiente per contenere una scala a piuoli che serva per passaggio degli operai. La parte inferiore del tubo è chiusa ed allargata a guisa di camera, in modo da permettere che parecchie persone vi possano trovar posto. Le pareti della camera hanno un certo numero di finestre, chiuse da robusti vetri, che permettono di osservare gli oggetti circostanti, i quali vengono illuminati da lampade elettriche sospese esternamente alle pareti dell'apparecchio. Le pareti della camera sono poi attraversate da leve, manovrabili dall'interno, colle quali gli oggetti esterni si possono smuovere, tagliare, rompere, legare, ecc.

Non occorre dire che l'apparecchio porta una zavorra sufficiente per farlo immergere nell'acqua, e tenerlo quasi in equilibrio, allorchè tocca il fondo.

STATI DIVERSI.

Malta economica di cemento. — L'*Engineering* dà la notizia di una nuova maniera d'impiegare il cemento Portland, la quale, benchè diminuisca le proporzioni del cemento, dà una malta molto compatta ed impermeabile. Questo metodo, ideato dal danese Smidth, è da alcuni anni adoperato a Copenaghen, ed è stato ultimamente applicato a Nuova York per le fondazioni di una chiesa.

Invece di servirsi, per la fabbricazione della malta di cemento puro e di sabbia, si sostituisce al cemento puro un miscuglio di cemento e sabbia. Così a Nuova York il cemento era mescolato ad una uguale quantità di sabbia, ed è questo miscuglio che entrava a comporre la malta nella proporzione di 1 per 2 di sabbia; di guisa che la composizione vera della malta era di $^1/_6$ di cemento per $^5/_6$ di sabbia.

Negli esperimenti questa malta diede risultati quasi migliori, tanto alla tensione che alla compressione della malta ordinaria all'1 per 2. Si hanno pure malte abbastanza buone adoperando anche il miscuglio di $^1/_4$ di cemento con $^3/_4$ di sabbia, di modo che la proporzione del cemento nella malta risulta di $^1/_{12}$.

Dati su alcuni nuovi cannoni da campagna. — Dalla rivista tecnico militare dei *Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine* riproduciamo il seguente specchio, in cui sono posti a raffronto i principali dati relativi ad alcuni cannoni da campagna recentemente progettati o costruiti.

Il cannone, indicato nell'ultima colonna, è quello studiato dal tenente colonnello svizzero Pagan, del quale abbiamo già dato notizia (1).

(1) V. *Rivista*, anno 1896, vol. I, pag. 474, e vol. II, pag. 480.

	CANNONI dotati di grande efficacia				CANNONI dotati di grande mobilità				
	Longridge	Rohne	Sotomayor 1891	Cannone inglese di filo di acciaio da 12 libbre	Sotomayor 1880	Langlois	Cannone cerchiato Moch	Cannone di filo di acciaio Moch	Progetto dell'artiglieria svizzera
Calibro . . . . . *mm*	75	80	78,5	76,2	78,5	74	75	75	75
Peso della bocca da fuoco . . . . . *kg*	430	420	350	308	290	—	213	180	250 o 300
» dell'affusto . . . . . »	530	535	466	472	320	—	337	370	320 o 270
» complessivo della bocca da fuoco e dell'affusto . . . . »	960	955	816	785	610	970	550	550	570
» della vettura-pezzo . . . . . »	1600	1800	1614	1562	1538	1600	1100	1100	1140
» del proietto . . . . . »	7	7,5	7,26	6,8	6,392	5	5	5	5,8
Densità sferica del proietto (1)	4,5	4	4,1	4,2	3,6	3,37	3,23	3,23	3,75
Pressione massima . . . . . *atmosfere*	3000	2267	1900	—	1800	—	—	—	1900
Velocità iniziale . . . . . *m*	650	570	510	472	460	490	500	500	500
Forza viva totale del proietto alla bocca. . . . . *dinamodi*	150	124,5	96,2	77	68	61,2	64	64	73
Forza viva del proietto alla bocca per *kg* del peso della bocca da fuoco. . . . . *kgm*	350	300	275	250,2	242	—	300	300	296 o 246
Forza viva del proietto alla bocca per *kg* del peso complessivo della bocca da fuoco e dell'affusto . . . . . »	157	130	118	94	111	63	116	116	129,6
Forza viva del proietto alla bocca per *kg* del peso della vettura-pezzo . . . . . »	94	69	59	49,3	44	38	58	58	64,8
Forza viva di rinculo per *kg* del peso dell'affusto . . . . . »	—	—	—	—	6	—	4,9	5,2	6

(1) Con questa denominazione alcuni autori stranieri designano il rapporto fra il peso del proietto oblungo e quello della palla sferica piena, di pari calibro e dello stesso metallo.

Osservazioni meteorologiche per mezzo di palloni. — Il dottor Wächter comunica alle *Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Genie-Wesens* le seguenti notizie sui risultati ottenuti nelle ascensioni aeree, organizzate, tanto dalla società berlinese per lo sviluppo della navigazione aerea, quanto dai signori G. Hermite e G. Besançon di Parigi, per fare osservazioni meteorologiche nelle più elevate regioni dell'atmosfera per mezzo di palloni provvisti di strumenti registratori automatici (1).

Nell'ultima ascensione di quest'anno, il pallone francese *Aérophile* si elevò fino all'altezza di 14 000 *m*, alla quale la temperatura registrata fu di — 63° *C*. In una ascensione precedente (25 ottobre 1895), lo stesso pallone era giunto fino a 15 500 *m* di altezza, e la temperatura minima misurata era stata di — 70°.

Il pallone tedesco *Cirrus* raggiunse il 7 giugno 1894 un'altezza di 16 325 *m*, indicando una temperatura minima di — 53°; in una successiva ascensione esso s'inalzò ancor più, cioè fino a 18 450 *m* e la temperatura minima segnata dagli strumenti fu di 67°.

Come si vede, i risultati ottenuti nella misurazione delle temperature concordano fra di loro, e confermano l'osservazione, già fatta da parecchio tempo, che in media la temperatura diminuisce di 1° per ogni 200 *m* di aumento nell'altezza (2), e che per conseguenza nello spazio interplanetario la temperatura deve essere inferiore a - 80°.

Nelle ascensioni citate i palloni non portavano alcun osservatore, ma solo, come si è accennato, strumenti registratori automatici.

Quanto alle ascensioni a grandi altezze fatte a Berlino, a scopo di osservazioni meteorologiche, da aeronauti, meritano di essere ricordate quella del tenente Gross, che insieme coi signori Berson e Nieper giunse fino all'altezza di circa 8000 *m*, alla quale osservò una temperatura di — 16,5°, e quella del signor Berson solo, che si elevò fino a 9150 *m*, altezza non mai precedentemente raggiunta da alcuno, e misurò la temperatura minima di — 47,9° *C*.

La scala delle durezze in misure assolute. — La scala delle durezze di *Mohs* continua ad essere impiegata nella pratica, e l'Auerbach ha determinato colla massima precisione possibile i numeri che esprimono la durezza assoluta dei corpi compresi in questa scala.

---

(1) Questi palloni, che non trasportano alcun aeronauta, sono detti dai francesi *ballons-sonde*

(2) Naturalmente la diminuzione della temperatura è diversa alle diverse latitudini

Riportiamo perciò dalla *Revue scientifique* la seguente tabella, tolta dagli *Annali di Wiedemann*, la quale contiene, coi 10 corpi di *Mohs*, alcune sostanze che possono essere impiegate come misure intermedie.

Si fa notare che per i corpi cristallizzati viene segnata tra parentesi la direzione secondo la quale è stata misurata la loro durezza. Questa è espressa in *kg* per mm^2.

Talco	5
Gesso (perpendicolare al clivaggio)	14
Salgemma (perpendicolare alle facce del cubo)	20
Spato (perpendicolare al clivaggio)	92
Spato fluoro (perpendicolare alle facce dell'ottaedro)	110
Flint molto pesante	170
Flint leggiero	210
Apatite (asse)	237
Adule (perpendicolare alla base)	253
Crown bor. silicato	274
Quarzo (asse)	308
Topazio (perpendicolare alla base)	525
Corindone (asse)	1150
Diamante	?

Bollettino Bibliografico Tecnico-Militare[1]

LIBRI E CARTE.

Proietti. Esperienze di tiro.

** **Record of experiments made with the Hotchkiss long 47 *mm* rapid-firing gun at Sevran-Livry and Gavre (France)**, may and june, 1884. — Paris, Waterlow and Sons, 1884.

** **Record of experiments made with the Hotchkiss light 47 *mm* rapid-firing gun by the Ordnance Committee at Shoeburyness (England)**, septembre 1883 to march 1884. — Paris, A. Broise and Courtier.

Polveri. Esplosivi. Munizioni.

* **Das Dynamit und seine cultur-historische und technische Bedeutung. Eine Denkschrift anlässich der Ungarischen Millenniums-Ausstellung 1896** — Wien, Lehmann und Wentzel, 1896

Telegrafia.
Aerostati. Colombi viaggiatori.
Tecnologia.

*** CASTELLI. — **Le nuove ricerche della elettricità.** Introduzione allo studio delle oscillazioni elettriche. Parte 1ª: La teoria. Parte 2ª: Le ricerche sperimentali. — Livorno, S. Belforte e C., 1896.

*** **Guide pratique d'éclairage électrique.** 7e volume de la collection de la petite encyclopédie électro-mécanique publiée sous la direction de Henry de Graffigny. — Paris, E. Bernard et C.ie, 1896.

* PIAZZOLI. **Impianti ed illuminazione elettrica.** Manuale pratico. Terza edizione. — Milano, Ulrico Hoepli, 1897.

*** GILLET. **Manuel de téléphonie.** Un volume in 8° piccolo di 325 pag. — Tip. Veuve Ch. Dunod et P. Vicq, Paris, 1896.

Costruzioni militari e civili.
Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

*** MARCHENA. **La traction électrique de chemins de fer.** — Paris, E. Bernard et C.ie, 1897,

*** MÜLLER-BRESLAU. **Die Thätigkeit unserer Feld-Eisenbahn-Abtheilungen im Kriege 1870-71.** Un vol. in 8°, di 28 pag. — Ernst und Korn, Berlin, 1896.

Ordinamento,
servizio ed impiego delle armi d'artiglieria e genio.

*** KLARMANN. **Offiziers-Stammliste des bayerischen Ingenieurkorp 1744 bis 1894.** — Un volume in 8°, 350 pag. Monaco, 1896.

Storia ed arte militare.

*** OBERZINER, **Le guerre germaniche di Flavio Claudio Giuliano.** — Roma, Loescher e C., 1896.

---

(1) Il contrassegno (*) indica i libri acquistati.
Id. (**) » » ricevuti in dono.
Id. (***) » » di nuova pubblicazione.

* **Moltkes militärische Werke**. I. Militärische Korrespondenz. Dritter Theil: Aus den Dienstschriften des Krieges 1870-71. Zweite Abteilung: vom 3.en September 1870 bis zum 27en Januar 1871. — Berlin, Mittler und Sohn, 1896.

* MANFREDI. **La spedizione Sarda in Crimea nel 1855-56**. — Roma, E. Voghera, 1896.

*** **L'armée belge**: exposé historique de son organisation, de ses costumes et uniformes, de son armement, de sa tactique depuis les temps primitifs jusqu'à nos jours. — Notes et dessins recueillis par le colonel Rouen, commandant le régiment des grenadiers. — Bruxelles, librairie spéciale des beaux-art Ed. Lyon-Claesen.

Balistica e matematiche.

** BOCCARDO e BAGGI. **Trattato elementare completo di geometria pratica**. Dispense 45ª e 46ª. — Torino, Unione tipografico-editrice, 1896.

* CRANZ. **Compendium der theoretischen äusseren Ballistik**. — Leipzig, Teubner, 1896.

*** TISSERAND. **Recueil complémentaire d'exercices sur le calcul infinitesimal; avec de nouveaux exercices sur les variables imaginaires**, par M. Painlevé. — 2e edit. — Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896.

Tecnologia. Applicazioni fisico-chimiche.

* GARUFFA. **Tecnologia delle industrie meccaniche**. Volume I: Principî generali. Lavorazione dei metalli. Volume II: Lavorazione dei metalli. — Milano, Hoepli, 1895-1896.

* GANOT. **Traité élémentaire de physique**. Vingt-unième édition. Entièrement refondue et rédigée à nouveau conformément aux plus recents programmes universitaires, par Georges Maneuvrier. — Paris, Hachette et C.ie, 1896.

*** FINK. **Précis d'analyse chimique**. Deuxième partie. Analyse quantitative. — Paris. Carré et Naud, 1896.

* BONACINI. **La fotografia dei colori**. Trattato teorico-pratico. — Milano, Hoepl 1897.

*** MARGFOY. **Loi des équivalents et théorie nouvelle de la chimie**. — Paris, Masson et C.ie, 1897.

*** SCHEURER-KESTNER. **Pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux**. Un vol. in 12° di 287 pag. — Paris, Masson, 1896.

Istituti. Regolamenti. Istruzioni. Manovre.

* **Istruzioni pratiche dell'artiglieria**. Istruzione per l'esecuzione della scuola di tiro a mare. — Roma, E. Voghera. 1896.

* **Classificazione speciale dei ferri ed acciai che s'impiegano nella costruzione dei materiali d'artiglieria e norme relative di collaudazione**. — Roma, E. Voghera, 1896.

Marina.

* KNOBLOCH. **Die « Kanoniere von Lissa ». Zur Erinnerung an die heldenmüthige Vertheidigung der Insel Lissa durch die österreichische Artillerie am 18., 19., und 20. Juli 1866**. — Pola, F. W. Schrinner, 1896.

* LOCKROY. **La marine de guerre**. Six mois rue royale. — Paris, Berger-Levrault et C.ie, 1897.

Miscellanea.

*** SCHARFENORT. **Vocabulaire militaire. Sammlung militärischer Ausdrücke in systematischer und alphabetischer Ordnung zusammengestellt**. — Berlin, A. Bath, 1897.

*** GRÜNWALD e GATTI. **Piccolo vocabolario delle lingue italiana e tedesca**. Parte prima. Italiano-tedesco. — Livorno, S. Belforte; Berlin, Langenscheidt, 1897.

*** **L'École de Saint-Cyr 1686-1896**. Souvenirs-impressions, par un grand ancien. — Paris, Charles-Lavauzelle.

*** NERCY. **La future débacle**. — Paris, P. V. Stock, 1897.

*** MARTINI. **Cose affricane - da Saati ad Abbar Carima - Discorsi e scritti**. — Milano, fratelli Treves, 1896.

* DE VITO. **Vocabolario della lingua tigrina**. Introduzione e indice Italiano-tigrino del dott. Conti Rossini Carlo. — Roma, Casa editrice italiana, 1896.

* FANTOLI. **Sul regime idraulico dei laghi**. — Milano, Hoepli, 1896.

*** BARTHE de SANFORT. **Du service médical dans les travaux de construction**. Un vol. in 8° di 230 pag. — Paris, Société d'édifications scientifiques, 1896

PERIODICI.

Bocche da fuoco. Affusti. Carreggio. Armamenti. Telemetri. Macchine da maneggio.

L'artiglieria da campagna dell'avvenire (continuaz.). (*Revue Armée belge*, sett.-ottobre).

Cannoni a tiro rapido e di piccolo calibro. (*L'Avenir militaire*, 27 nov.).

In qual modo si dovrebbe aumentare l'efficacia della nostra artiglieria da campagna. (*Armeeblatt*, N. 44 e seguenti).

Eisschill Un telemetro applicato al fucile. (*Mittheilungen über Gegenstände des Artill.- u Genie-Wesens*, fascicolo 11°).

Strauss. Mire telescopiche per cannoni. (*Proceedings of the U. S. Naval Institute*, N. 79).

Otturatori Canet per cannoni da campagna. (*Engineering*, 27 nov.).

Proietti. Esperienze di tiro.

Fellmer. Determinazione sperimentale del movimento del proietto nell'anima di un cannone mediante il foto-cronografo polarizzatore. (*Archiv. für die Artill.-u. Ing.-Off.*, ottobre).

Polveri. Esplosivi. Munizioni.

Munroe. Note sulla letteratura degli esplosivi. (*Proceedings of the U. S. Naval Institute*, N. 79).

Armi portatili.

Mayo. Polvere senza fumo o piccolo calibro. (*Rivista militare it.*, 15 nov.).

Hart. Principî di costruzione dei fucili a ripetizione odierni (continuaz.). (*Revue Armée belge*, sett.-ott.).

La fabbricazione delle sciabole in Inghilterra. (*Revista técnica de inf. y caball.*, 1° dicembre).

Günther. Gli alzi delle armi da fuoco portatili. (*Allgemeine schweiz.-Militärzeitung*, N. 44 e 45).

Telegrafia. Aerostati. Colombi viaggiatori. Elettrotecnica.

Cardani. Sulla forma migliore dei conduttori per condurre le scariche elettriche. (*Elettricista*, 1° dic.).

Telegrafia sottomarina. (*La Nature*, 21 novembre).

Richard. Applicazioni meccaniche dell'elettricità. (*Éclairage*, 28 nov.).

Locomotive elettriche sistema Heilmann. (*Der Electro-Techniker*, N. 14).

Lampada elettrica portatile ad arco per scopi militari. (*Id.*, N. 12).

Il riscaldamento coll'elettricità sulle navi. (*Id.*, id.).

Carrozza automobile con accumulatori. (*Id*, id.).

Marion. I colombi viaggiatori addestrati pel servizio delle navi. (*Proceedings of the U. S. Naval Institute*, N. 79).

Fortificazioni; loro attacco e difesa Corazzature. Mine, ecc.

Rocchi: Il problema dell'attacco. (*Rivista militare it.*, 15 nov.).

Ricoveri sotterranei a prova di bomba. (*Streffleurs österr. mil. Zeitschr.*, ott.).

Brunner (tenente). Sulla questione della corazzatura. (*Id.*, nov.).

Stavenhagen. *La fortificazione permanente* del Deguise. (*Mil.-Wochenblatt*, N. 98).

Costruzioni militari e civili Ponti. Strade ordinarie e ferrate.

Le esperienze sulla resistenza delle volte eseguite per cura della società degli ingegneri di Vienna. (*L'Ingegneria civile e le arti ind.*, agosto; *Revue du génie*, novembre).

Riscaldo a vapore a bassa pressione (fine). (*Riv. tecn. dell'ind. e ingegneria*, 15 novembre).

L'impiego della grossa ghiaia per la formazione delle dighe. (*Id.*, 30 nov.)

Sui pavimenti in cemento a getto. (Esperimento fatto sul mercato pubblico a Sassari). (*Ingegneria sanitaria*, nov.).

Principî generali per la calcolazione e la costruzione di una ferrovia elettrica. (*La Industria*, N. 47, 48 e seg.).

Gli stabilimenti militari della guarnigione di Cassel. (*Revue du Génie*, nov.).

Nota sulla costruzione di una via ferrata al campo di Châlons. (*Id.*, id.; *Génie civil*, 28 nov.).

Braconnot. Sulle proprietà del ferro e dell'acciaio impiegati nelle costruzioni e collaudazioni di questi metalli. (*Revue du génie*, nov. e seg.).

La fabbricazione del cemento di scorie all'officina di Vitry-le-François. (*Génie civil*, 21 nov.).

Douglas Fox. I progressi nell'arte dell'ingegnere, in Inghilterra. (*Revue scientifique*, 14 nov.).

Andrade. Ponti di cavalletti improvvisati. (*Revista de engenheria mil.*, Lisboa, ottobre).

Puig. Resistenze dei treni alla trazione e modo di facilitarla. (*Revista tecnologica ind.*, nov.).

Reitz. L'esame, il rinforzamento, la distruzione e la ricostruzione dei ponti stradali. (*Streffleurs oesterr. mil. Zeitschrift*, novembre).

Le condizioni delle strade ferrate russe. (*Militär-Zeitung*, N. 18).

Cemento Portland puro. (*Engineering*, 20 novembre).

Ordinamento, servizio ed impiego delle armi di artiglieria e genio.

Le nostre truppe del genio. (*Esercito italiano*, 17 novembre).

La preparazione delle truppe tecniche. (*Id.*, 8 dicembre).

Le scuole d'istruzione per l'artiglieria. (*L'Armée territoriale*, 25 novembre).

Note sul servizio in campagna dell'artiglieria tedesca. (*Revue cercle mil.*, 14, 21 e 28 novembre).

Gonzaga. Due parole sopra l'ordinamento delle batterie a cavallo nel Portogallo, (*Rev. do exercito e da armada*, ott.).

Holzner. Nuovi mezzi sussidiari per il tiro. (*Mittheilungen über Gegenstände des Artill.-u. Genie-Wesens*, fasc. 11°).

Cvrček. Le nuove regole di tiro dell'artiglieria da campagna russa. (*Id.*, id.).

Cvrček. Il tiro di notte dell'artiglieria da campagna. (*Id.*, id.).

L'artiglieria da montagna austriaca. (*Archiv für die Artill.-u.-Ing.-Off.*, ott.).

Storia ed arte militare.

Modificazioni all'ordinamento dell'esercito italiano; relazione del ministro della guerra. (*Esercito italiano*, N. 145; *Italia militare e marina*, N. 279).

Riorganizzazione dell'esercito italiano. (*Revue Armée belge*, settembre ottobre).

Josset. Impiego dell'artiglieria nella difesa delle piazze. — Organizzazione di una piazza a forti distaccati. (*Journal des sciences mil.*, novembre).

Il Belgio relativamente alla Francia e alla Germania. (*Belgique militaire*, 22 nov.).

Combattimenti. — Battaglia difensiva (continuazione). (*Revista militar*, Lisbona, 15 novembre).

La piccola guerra e le sue operazioni. (*Streffleurs oesterr. mil. Zeitschrift*, nov.).

Kandelsdorfer. L'editto di Maria Teresa contro il duello. (*Id.*, id.).

V. Blume L'iniziativa dei comandanti in guerra. (Fascicolo 10° di supplemento al *Militär-Wochenblatt*)

Goodrich Howe e d'Estaing. Studio sulla difesa delle coste. (*Proceedings of the U. S. Naval Institute*, N. 79).

Balistica e matematiche.

Orientazione coll'orologio: determinazione del meridiano per mezzo del tempo vero. (*Revue cercle mil.*, 14 novembre).

Blaha. L'importanza dell'angolo di sito nel tiro a shrapnel impiegando l'arco di puntamento. (*Mittheilungen über Gegenständedes Art-.Guenie.-Wesens*, fasc. 11°).

Tecnologia. Applicazioni fisico-chimiche.

Stella. Inchiodature stagne. (*Riv. marittima*, novembre).

Imperatori. Fabbricazione dell'acciaio e del ferro omogeneo su suola. (*Progresso ciclistico*, ottobre).

Mosso e Ottolenghi. Sull'azione tossica dell'acetilene. (*Elettricista*, 1° dicembre).

Berthier. Fotografia dei colori. (*Cosmos*, 14 novembre).

Perradil. Fabbricazione industriale del carburo di calcio e dell'acetilene. (*Bulletin Société ingénieurs civils de France*, ottobre).

Neiken. Sui moderni sistemi d'illuminazione. (*Der Electro-Techniker*. N. 12).

Progressi dell'elettro-chimica nell'anno 1895. (*Id.*, id.).

Istituti Regolamenti. Istruzioni Manovre.

Mangon. A proposito del giuoco di tiro. (*Revue Armée belge*, sett.-ott.).

Le grandi manovre belghe del 1896. (*Id.*, id.)

Paixao. Istruzioni della compagnia telegrafisti al poligono di Tancos (1895-96). (*Revista de engenheria militar*, Lisboa, ottobre).

Le manovre imperiali del 1896. (*Streffleurs österr. mil. Zeitschrift*, novembre).

Marina.

De Amezaga. Studio sulle grandi manovre navali italiane (fine). (*Italia mil. e marina*, N. 282).

Teso. Gli accordi marittimi fra l'Italia e la Francia (*Riv. marittima*, nov.).

Biazzi. Circa l'ordinamento degli studi nautici e della carriera marittima. (*Id.*, ott. e nov.

Manfroni. L'empia alleanza. (*Id.*, id.).

Poidloné. Le manovre navali inglesi del 1896. (*Revue maritime*, ottobre).

Cransac. La prossima guerra navale (fine). (*Id.*, id.).

Gaultier. Il medimareometro e la misurazione del livello dei mari. (*Revue scientifique*, 14 nov.).

Parville. Le vele forate. (*Nature*, 28 novembre).

Il futuro porto militare della Repubblica Argentina. (*Boletin del centro naval*, ottobre).

Il monitor *Amphitrite* per la difesa delle coste ed il suo armamento. (*Scientific american*, 21 novembre).

Miscellanea.

Colocci. Un caso di epilessia. (*Giornale medico del R. Esercito*, ottobre).

Lucciola e Magnani. La schiascopia. (*Id.*, id.).

Muzio. Sulle coste della Somalia italiana. (*Riv. marittima*, ott. e nov.).

Delogu. Le ragioni di essere del corpo sanitario militare (fine). (*Italia mil. e marina*, N. 271).

Porro. Note sulla sistemazione scientifica dello studio della geografia militare. (*Rivista militare italiana*, 15 nov.).

Il generale di Pettinengo. (*Id.*, id.).

Luini. La previsione delle piene dei fiumi. (*Politecnico*, ottobre).

Decante. Determinazione del meridiano col mezzo dell'ora dell'orologio. (*Revue maritime*, ottobre).

Almeida. Velocipedia militare nel Portogallo. (*Revista militar*, (Lisbona, 15 novembre).

v. Schole. Sull'organizzazione delle truppe imperiali di protettorato nell'Africa orientale tedesca e le operazioni di guerra ivi eseguite durante gli anni 1893-94. (Fas. 9° di suppl. al *Mil.-Wochenblatt*).

Lo sviluppo delle forze militari russe negli ultimi templ. (*Armeeblatt*, N. 48).

Il porto militare di Copenhagen. (*Militär-Zeitung*, N. 48).

INDICE DELLE MATERIE

CONTENUTE NEL VOLUME IV

(OTTOBRE, NOVEMBRE, DICEMBRE)

Nuova tavola balistica generale (SIACCI) . . . . . *Pag.* 5

Difesa delle piazze. — Le posizioni avanzate, secondo le idee prevalenti in Francia e in Germania (con 2 tavole) (LO FORTE, *colonnello del genio*) . . . . . » 45

Il teorema del minimo lavoro applicato alla resistenza delle lastre di corazzatura e delle armi da fuoco (con 35 figure) (GALLIZIA) . . . . . » 57

Sulle istruzioni più importanti delle batterie. — Osservazioni e proposte (NULLO, *capitano d'artiglieria*) . . . . . » 113

Grafici di convergenza (con 4 tav. e 6 fig.) (RICCI, *capitano d'artiglieria*) . . . . . » 165

Proposta di una ferrovia economica Massaua Asmara (OLDRINI, *tenente colonnello del genio*) . . . . . » 175

Studio sulla telefonia (con 1 tav.) (SAIJA MOLETI, *capitano del genio*) . . . . . » 192

Tiro contro palloni frenati (con 1 tav.) (GANDOLFI, *capitano d'artiglieria*) . . . . . » 231

Sul coefficiente di resistenza al rotolamento di una ruota (con 2 figure). (BERTINI, *tenente colonnello*) . . . . . » 323

L'acetilene (con 1 tavola) (ZANOTTI, *capitano del genio*) . . . . » 339

Il dominio dell'aria (con 3 tav.) (CROCIANI, *capitano del genio*) . » 365

MISCELLANEA.

Le esplosioni in apparenza spontanee . . . . . *Pag.* 127

Il fucile Savage, per l'esercito degli Stati Uniti (con 1 fig) . . » 131

Nuovi materiali d'artiglieria adottati in Russia (con 3 tav.) . . » 133

Dati sui fucili in servizio nei principali eserciti (con 3 specchi) . » 134

Cannone spagnuolo da montagna a tiro rapido (con 3 tav.). . . » 135

La cura degli individui colpiti da scariche elettriche . . . . » 142

Esperienze coi primi fucili Mauser fabbricati ad Oviedo . . . » 273

Regolamento sull'organizzazione e sul funzionamento del servizio della telegrafia da campo nelle truppe di cavalleria francese . . . . . *Pag.* 276
Impiego del fotocronografo polarizzatore per misurare la velocità dei proietti nell'interno dell'anima (con 1 tav.) . . . » 280
Planimetro scure perfezionato di Kilburne Scott (con 1 tav.) . . » 286
Progressi nella fabbricazione degli esplosivi. . . . . » 289
Esperienze svizzere di tiro con un cannone da montagna Krupp da 6,5 *cm*. . . . . » 293
Pallone dirigibile Wolfert (con 1 tav.) . . . . . » 296
Il tiro di notte dell'artiglierta da campagna. . . . . » 431
Rapida costruzione di una strada ferrata sul campo di Châlons (con 1 tav) . . . . . » 436
Materiale Canet da campagna a tiro rapido (con 3 tav.) . . . » 441
Telegrafo da campo nell'esercito inglese delle Indie (con 1 fig.) . . » 447
Apparecchio girevole per l'affondamento di pali (con 1 tav.) . . » 449
Scala-osservatorio (con 1 fig.) . . . . . » 450
Strumento per la divisione degli angoli in parti uguali (con 7 fig.) » 451
I filtri tascabili Maignen (con 1 fig.) . . . . . » 457

NOTIZIE.

Austria-Ungheria:

Manovre di fortezza a Przemysl . . . . . *Pag.* 145
Analisi chimica di polveri da caccia senza fumo . . . . . » 458
Sezioni di telefonisti . . . . . » 459

Belgio:

Tiro ridotto sistema Marga . . . . . » 297

Francia:

Nuovi regolamenti in corso di preparazione, di revisione o di studio . . . . . » 146
Legge relativa ai colombi viaggiatori . . . . . » 147
Collari pneumatici per cavalli . . . . . » 297
Strade ferrate a carreggiata ristretta nelle fortezze dell'Est . . » 297
Battelli insommergibili . . . . . » 298
Le cappe impermeabili sulle volte di muratura . . . . . » 298
Ripartizione e servizi degli ufficiali del genio . . . . . » 459
Gittamento di una travata Henry. . . . . » 459

Germania:

Regolamento sulla velocipedia militare . . . . . *Pag.* 147
Pistola Bergmann . . . . . » 148
Aeronave Schwarz . . . . . » 148
Innovazione progettata nell'ordinamento dell'artiglieria da campagna . . . . . » 298
Bocche da fuoco con orecchioni alla culatta . . . . . » 299
Esercitazioni al campo di Malmedy . . . . . » 300
Una nuova lampada a incandescenza . . . . . » 301
La sabbia impiegata per fermare i treni . . . . . » 302
Il berillio . . . . . » 303
Nuovi gruppi di pariglie per l'artiglieria a piedi . . . . . » 460
Zappatori di cavalleria su biciclette . . . . . » 461
Velocipedi alle compagnie pionieri . . . . . » 461
Poligono della sezione di aerostieri . . . . . » 461
Il pallone cervo-volante von Parseval . . . . . » 461
Strada ferrata militare Kummersdorf-Jüterbog . . . . . » 462
Adozione di nuovi cannoni a caricamento rapido per la marina. » 462
Ferri da cavallo senza chiodi . . . . . » 462

Inghilterra:

La costruzione dei materiali da guerra negli stabilimenti governativi . . . . . » 149
Granate cariche di liddite, per la marina . . . . . » 303
Tiro subacqueo . . . . . » 463
Locomotive a petrolio . . . . . » 463
La soppressione del fumo . . . . . » 464

Italia:

Forma migliore dei conduttori per scariche elettriche . . . . » 464
Illuminazione elettrica delle vetture ferroviarie . . . . . » 465

Olanda:

Formazione dei reggimenti d'artiglieria . . . . . » 466

Russia:

Affondamento di pali con iniezione d'acqua . . . . . » 151
Modificazioni nell'artiglieria della Siberia . . . . . » 304
Formazione di una sezione di aerostieri da fortezza a Kovno » 304
Marce d'inverno . . . . . » 304

Spagna:

Ordinamento dell'artiglieria . . . . . » 467

Stati Uniti:

Polvere senza fumo Maxim-Schupphaus . . . . . *Pag.* 151
Torpedine elettrica aerea . . . . . » 152
Aeroplano di Abbott-Smith . . . . . » 152
Nuova cartuccia da salve . . . . . » 305
Ricerche scientifiche sul cervo volante . . . . . » 305
Le dinamo nel servizio telegrafico . . . . . » 306
Cuscinetti di vetro . . . . . » 307
Procedimento per indurire l'alluminio . . . . . » 307

Svezia:

Il metodo läderin per la misura delle basi . . . . . » 153
Fabbricazione dei nuovi fucili . . . . . » 467
Apparecchio per lavori sottomarini a grandi profondità . . . » 467

Stati diversi:

Munizionamento e numero delle vetture delle batterie da campagna » 154
Uffici telegrafici rurali muniti di solo telefono . . . . . » 155
Il lucio, nuovo corpo semplice . . . . . » 308
Le principali flotte del mondo . . . . . » 308
Malta economica di cemento . . . . . » 468
Dati su alcuni nuovi cannoni da campagna . . . . . » 468
Osservazioni meteorologiche per mezzo di palloni . . . . . » 470
Le scale delle durezze in misure assolute . . . . . » 470

RIVISTA DEI LIBRI.

Problemas de Balìstica aplicados à la fortificaciòn y à la tàctica, *por el coronel graduado, teniente coronel de ingenieros,* DON JOAQUIN DE LA LLAVE Y GARCÌA, *profesor que ha sido de artilleria y fortificaciòn en la academia especial del cuerpo, y actualmente en la escuela superior de guerra.* — Madrid, imprenta del *Memorial de ingenieros,* 1896 (di pag. 184) . *Pag.* 156

Zur Aufstellung von Schusstafeln für Mörser und Haubitzen nebst Tafeln für das indirekte und Wurffeuer bis zu 45° Abgangswinkel, von v. SCHEVE, *Oberst z. D.* — Berlin. 1896, E. S. Mittler und Sohn. — (*Sulla costruzione delle tavole di tiro per mortai ed obici, coll' aggiunta di tavole per il tiro indiretto ed arcato fino all'angolo di proiezione di 45°,* di v. SCHEVE, colonnello a d) . . . . . » 157

STROEBEL, *Hauptmann und Batteriechef.* — Der Ausbildungsgang einer fahrenden Batterie unter Berücksichtigung der durch die Einführung der zweijährigen Dienstzeit veränderten Verhältnisse. — Berlin 1896, E. S. Mittler und Sohn. — (STROEBEL, capitano e comandante di batteria. — *Lo svolgimento delle istruzioni in una batteria da campagna, tenuto conto delle condizioni mutate per effetto dell' adozione della ferma di due anni*) . . . . . *Pag.* 158

Nelle Auguste Nozze di S. A. R. il Principe Vittorio Emanuele di Savoia con S. A. Elena Petrovic' Niegos'. — 24 ottobre 1896. — Redattori: LUDOVICO CISOTTI, CECILIO FABRIS, EUGENIO BARBARICH. — Estratto dalla *Rivista militare italiana* . . » 310

Il servizio telegrafico nella cavalleria. — Appunti e considerazioni del *tenente di cavalleria* EMILIO SALARIS. — Firenze, Tip. cooperativa editrice, 1896 . . . . . » 311

G. DE' ROSSI. — I cervi volanti. — Fascicolo di 60 pag. e 13 piccole tavole, litografato a Roma, 1896. . . . . » 312

Die Heere und Flotten der Gegenwart, herausgegeben von Dr. J. v. PFLUGK-HARTTUNG, *Kgl. Archivar am Geh. Staatsarchive, ordentl. Univ.-Professor a. D.* — I Band: Deutschland. — Inhalt: Das Heer von A. v. BOGUSLAWSKI, *Generalleutnant z. D.* — Die Flotte, von R. ASCHENBORN, *Kontreadmiral z. D.* — Das internationale rote Kreuz, von V. v. STRANTZ *Major z. D.* — Verlag von Schall und Grund, Berlin, 1896.
(*Gli eserciti e le flotte odierni*, pubblicazione del Dr. G. v. PFLUGK HARTTUNG, r. archivista all'archivio segr. di Stato, professore ord. di Univ. a d. — Vol. I: *Germania — L'esercito* di A. v. BOGUSLAWSKI, ten. generale a d. — *Le flotta* di R. ASCHENBORN, contrammiraglio a d. — *La croce rossa internazionale* di V. v. STRANTZ, maggiore a d.) . . . . . » 313

Die Feldartillerie im Zukunftskampf und ihre kriegsgemässe Ausbildung. — *Studie mit kriegsgeschichtlichen Beispielen von* LAYRIZ, *Oberstlieutenant im 2. bayerischen Feldartillerie-Regiment.*
(*L'artiglieria da campagna nei combattimenti futuri ed il suo addestramento per la guerra.* — Studio con esempi tratti dalla storia militare, di LAYRIZ, tenente colonnello nel 2° reggimento d'artiglieria da campagna bavarese). — Berlino, 1897, libreria R. Eisenschmidt . . . . . » 315

BOLLETTINO BIBLIOGRAFICO TECNICO-MILITARE . . . *Pag.* 159, 318, 472

g. 15

310

311

312